

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**HUGO ZENI NETO**

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CLONES RB  
(REPÚBLICA DO BRASIL) PRECOSES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
NO ESTADO DO PARANÁ**

**CURITIBA  
2007**



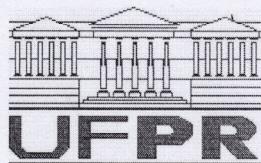
HUGO ZENI NETO

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CLONES RB  
(REPÚBLICA DO BRASIL) PRECOCES DE CANA-DE-AÇÚCAR  
NO ESTADO DO PARANÁ

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

CURITIBA  
2007



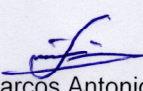
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

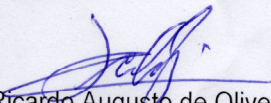
## PARECER

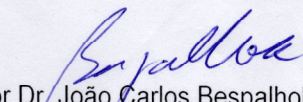
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **HUGO ZENI NETO**, sob o título "**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE CLONES RB (REPÚBLICA DO BRASIL) PRECOCES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO PARANÁ**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

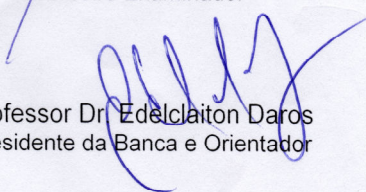
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 12 de Dezembro de 2007.

  
Professor Dr. Marcos Antonio Sanches Vieira  
Primeiro Examinador

  
Dr. Ricardo Augusto de Oliveira  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. João Carlos Bessalho Filho  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. Edelclaiton Daros  
Presidente da Banca e Orientador

Aos meus pais  
Luiz Alberto Zeni e  
Cássia Maria Ribeiro Zeni

E irmão  
Flávio Luiz Zeni

Com muito amor, dedico.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me permitir o dom da vida e também por ser o único recurso com respostas garantidas nas horas mais complicadas da vida;

Ao professor Dr. Edelclaiton Daros que desde o começo acreditou na minha pessoa, havendo então respeito em todas as horas juntos. Sempre foi chefe, orientador, companheiro e acima de tudo grande amigo;

Ao professor Dr. José Luis Camargo Zambon com quem pude sempre compartilhar e discutir as dificuldades, contornando com muita amizade;

Ao professor Dr. João Carlos Bespalhok Filho que me “adotou” em meu primeiro estágio na UFPR e desde então é um grande conselheiro e um grande amigo,

Professores citados: meu humilde e singelo – Muito Obrigado!

Aos engenheiros agrônomos Drs. Heroldo Weber e Ricardo Augusto de Oliveira os quais sempre tiveram uma imensa alegria pelas coisas que fazem;

Aos meus amigos (“worms”) André Fraxino (Frax), Maurício Lozovey (Mauros), André Perusso (Pêra), Jan Mitsuo (Japa) André Kutassy (Worm) e todos aqueles que sempre contribuíram com esse trabalho, ajudando nas horas mais incômodas “esfriar” a minha cabeça e renovar as idéias nas “comemorações curitibanas” sempre do jeito “*wôrmico*” de ser, meu muito obrigado a vocês.

À psicóloga Caroline Andrea Pöttker, pelo inestimável suporte ao longo de pelo menos seis anos de cumplicidade; sendo muito mais do que um porto seguro. Pequena você tem meus eternos: agradecimento, carinho e admiração.

A todos os técnicos do PMGCA/RIDESA/UFPR e todos os outros que nunca deixaram de me ajudar com vossos imensos conhecimentos adquiridos com tanto tempo de experiência.

As Unidades Produtoras de cana-de-açúcar, onde foi possível a realização desse trabalho.

À todos aqueles que participaram direta ou indiretamente nesse trabalho, meu muitíssimo obrigado e; com muita consideração peço desculpas à todos aqueles que sabem como lhes sou grato e não citei vossos nomes na presente obra.

## **BIOGRAFIA**

HUGO ZENI NETO, filho de Luiz Alberto Zeni e Cássia Maria Ribeiro Zeni, nasceu em Curitiba, Paraná, em 1º de setembro de 1982.

Desde pequeno obteve gosto por conviver muito no meio rurícola principalmente na cidade interiorana de Toledo – PR, onde todos os seus familiares possuem raízes e história.

Com esse ideal ingressou na Universidade Federal do Paraná no Curso de Agronomia em 2000, onde obteve o grau de Engenheiro Agrônomo agora no ano de 2005.

De 2004 até o presente momento, é estagiário do Programa Cana-de-açúcar do PMGCA/RIDESA da UFPR.

Em março de 2007 oficializou como aluno regular no programa de Pós – Graduação, Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo – UFPR, onde encerra esse ciclo com a defesa da presente obra.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>BIOGRAFIA</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>x</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
2.1 EVOLUÇÃO DO CULTIVO DE VARIEDADES .....	3
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO CANAVIEIRA PARANAENSE .....	3
2.3 A CANA-DE-AÇÚCAR E OS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO .....	4
2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE .....	6
2.4.1 Estudos da Interação Genótipo x Ambiente em Cana-de-açúcar .....	9
2.5 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE .....	10
2.6 METODOLOGIA PROPOSTA POR LIN E BINNS (1988) .....	14
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>17</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS .....	17
3.2 FASE DE EXPERIMENTAÇÃO – PMGCA/UFPR/RIDESA .....	18
3.3 EXPERIMENTOS RB95 E RB96 PRECOCES .....	18
3.4 CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	20
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	21
3.6 CÁLCULO DO PARÂMETRO $P_i$ .....	22
3.7 ESTUDO DAS CORRELAÇÕES .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>25</b>
4.1 SÉRIE RB95 .....	25
4.1.1 Parâmetros genéticos .....	25
4.1.2 Cálculo do parâmetro $P_i$ .....	26
4.1.3 Correlações de ambiente, ciclos e variáveis .....	34
4.2 SÉRIE RB96 .....	35
4.2.1 Parâmetros genéticos .....	35
4.2.2 Cálculo do parâmetro $P_i$ .....	36
4.2.3 Correlações de ambiente, ciclos e variáveis .....	41
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>43</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>44</b>
<b>7 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>55</b>



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES PRODUTORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, ONDE FORAM IMPLANTADOS OS EXPERIMENTOS SÉRIE RB95 E RB96. PARANÁ. 2007. ....	17
TABELA 2 –	RELAÇÃO DOS CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR QUE COMPÕEM A SÉRIE RB95 E SEUS GENITORES. PARANÁ. 2007. ....	19
TABELA 3 –	RELAÇÃO DOS CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR QUE COMPÕEM A SÉRIE RB96 E SEUS GENITORES. PARANÁ. 2007. ....	19
TABELA 4 –	PARÂMETROS GENÉTICOS OBTIDOS PELA ANÁLISE CONJUNTA DOS 11 AMBIENTES EM CANA-PLANTA, SOCA, RESSOCA E DE 33 AMBIENTES EM 3 ANOS. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007. ....	25
TABELA 5 –	COLOCAÇÃO BASEADA PELO VALOR DE $P_i$ DOS MELHORES CLONES, EM 33 AMBIENTES BEM COMO SUAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS E O GANHO DAS MESMAS EM RELAÇÃO AO MELHOR PADRÃO COLOCADO. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007. ....	27
TABELA 6 –	COLOCAÇÃO BASEADA PELO ÍNDICE AMBIENTAL PARA 11 LOCAIS, POR ANO, DA SÉRIE RB95. TPH. PARANÁ. 2007. ....	32
TABELA 7 –	COLOCAÇÃO BASEADA PELO PARÂMETRO $P_i$ GERAL E PELA DECOMPOSIÇÃO BASEADA EM CARNEIRO (1998) EM $P_i$ FAVORÁVEL E $P_i$ DESFAVORÁVEL. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007. ....	33
TABELA 8 –	CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE AS VARIÁVEIS TCH, TPH E POL NO EXPERIMENTO EM 33 AMBIENTES. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007. ....	34
TABELA 9 –	CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE OS CICLOS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM 33 AMBIENTES. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007. ....	35
TABELA 10 –	PARÂMETROS GENÉTICOS OBTIDOS PELA ANÁLISE CONJUNTA DOS 11 AMBIENTES EM CANA PLANTA E SOCA, E DE 22 AMBIENTES EM 2 ANOS. TPH. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007. ....	35

TABELA 11 –	COLOCAÇÃO, SEGUNDO O PARÂMETRO $P_i$ , DOS MELHORES CLONES EM 22 AMBIENTES BEM COMO SUAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS E O GANHO DAS MESMAS EM RELAÇÃO AO MELHOR PADRÃO COLOCADO. TPH. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007. ....	37
TABELA 12 –	COLOCAÇÃO BASEADA PELO ÍNDICE AMBIENTAL PARA 11 AMBIENTES, POR ANO, DA SÉRIE RB96. TPH. PARANÁ. 2007. ....	40
TABELA 13 –	COLOCAÇÃO BASEADA PELO PARÂMETRO $P_i$ GERAL E PELA DECOMPOSIÇÃO BASEADA EM CARNEIRO (1998) EM $P_i$ FAVORÁVEL E $P_i$ DESFAVORÁVEL. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007. ....	41
TABELA 14 –	CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE AS VARIÁVEIS TCH, TPH E POL NO EXPERIMENTO EM 22 AMBIENTES. TPH. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007. ....	41
TABELA 15 –	CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE AS SAFRAS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007. ....	42

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-PLANTA X CANA SOCA, COM OS VALORES DE $P_i$ GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB95. TPH. PARANÁ. 2007. ....	27
FIGURA 2 –	REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-PLANTA X CANA RESSOCA, COM OS VALORES DE $P_i$ GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB95. PARANÁ. 2007. ....	28
FIGURA 3 –	REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-SOCA X CANA RESSOCA, COM OS VALORES DE $P_i$ GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB95. TPH. PARANÁ. 2007. ....	29
FIGURA 4 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB925211 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007. ....	29
FIGURA 5 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB946903 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007. ....	30
FIGURA 6 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB956911 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007. ....	30
FIGURA 7 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB955996 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007. ....	31
FIGURA 8 –	MEDIDAS DE $P_i$ GERAL PARA TODOS OS CLONES EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007. ....	31
FIGURA 9 –	REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-PLANTA X CANA SOCA, COM OS VALORES DE $P_i$ GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB96. TPH. PARANÁ. 2007. ....	38
FIGURA 10 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB946903 EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007. ....	39
FIGURA 11 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB966928 EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007. ....	39
FIGURA 12 –	<i>PERFORMANCE</i> FENOTÍPICA DO CLONE RB965911 EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007. ....	39
FIGURA 13 –	MEDIDAS DE $P_i$ GERAL PARA TODOS OS CLONES, EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007. ....	40

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 –	ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ANÁLISE CONJUNTA DE EXPERIMENTOS COM AS RESPECTIVAS ESPERANÇAS DE QUADRADOS MÉDIOS E(QM) E TESTE F, CONSIDERANDO EFEITO DO AMBIENTE ALEATÓRIO E GENÓTIPOS FIXOS. SÉRIE RB95. TPH. PARANÁ. 2007. ....	55
ANEXO 2 –	ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ANÁLISE CONJUNTA DE EXPERIMENTOS COM AS RESPECTIVAS ESPERANÇAS DE QUADRADOS MÉDIOS E(QM) E TESTE F, CONSIDERANDO EFEITO DO AMBIENTE ALEATÓRIO E GENÓTIPOS FIXOS. SÉRIE RB96. TPH. PARANÁ. 2007. ....	55
ANEXO 3 –	ESQUEMA DA ANÁLISE INDIVIDUAL PARA CADA CARÁTER, PARA OBTENÇÃO DOS QUADRADOS MÉDIOS (QM) DOS COMPONENTES DE COVARIÂNCIA. TPH. PARANÁ. 2007. ....	55
ANEXO 4 –	ESQUEMA DA ANÁLISE, INCLUINDO OS PRODUTOS MÉDIOS E RESPECTIVAS ESPERANÇAS MATEMÁTICAS. TPH. PARANÁ. 2007. ....	56
ANEXO 5 –	ESQUEMA DA ANÁLISE CONSIDERANDO AS MATRIZES DE CORRELAÇÃO (R) PARA AS VARIÁVEIS TCH, TPH E POL PARA A ANÁLISE E SUA INVERSA ( $R^{-1}$ ). PARANÁ. 2007. ....	56
ANEXO 6 –	ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA REGRESSÃO, INTERCEPTO ( $\hat{\beta}_0$ E $\hat{V}(\beta_0)$ ), COEFICIENTE ANGULAR ( $\hat{\beta}_1$ E $\hat{V}(\beta_1)$ ), COVARIÂNCIA ENTRE OS COEFICIENTES $\hat{\beta}_0$ E $\hat{\beta}_1$ ; E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO ( $R^2$ ). PARANÁ. 2007. ....	56
ANEXO 7 –	PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB95 EM CICLO DE CANA – PLANTA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007. ....	57

ANEXO 8 –	PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB95 EM CICLO DE CANA – SOCA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007. ....	57
ANEXO 9 –	PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB95 EM CICLO DE CANA – RESSOCA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007. ....	58
ANEXO 10 –	PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB96 EM CICLO DE CANA – PLANTA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007. ....	58
ANEXO 11 –	PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB96 EM CICLO DE CANA – SOCA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007. ....	59
ANEXO 12 –	QUADRADOS MÉDIOS DOS GENÓTIPOS (QMG) E DO ERRO (QMR) DAS RESPECTIVAS ANÁLISES DE VARIÂNCIAS INDIVIDUAIS; E VALORES DE F <sup>1</sup> E P <sup>1</sup> ORIUNDOS DA ANÁLISE CONJUNTA DE 33 AMBIENTES DA SÉRIE RB95. TPH. PARANÁ. 2007. ....	60
ANEXO 13 –	QUADRADOS MÉDIOS DOS GENÓTIPOS (QMG) E DO ERRO (QMR) DAS RESPECTIVAS ANÁLISES DE VARIÂNCIAS INDIVIDUAIS; E VALORES DE F <sup>1</sup> E P <sup>1</sup> ORIUNDOS DA ANÁLISE CONJUNTA DE 22 AMBIENTES DA SÉRIE RB96. TPH. PARANÁ. 2007. ....	61
ANEXO 14 –	COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PRODUTIVIDADES, EM TODAS AS SAFRAS, DOS 20 GENÓTIPOS, POR AMBIENTE. TPH. RB95. PARANÁ. 2007. ....	62

ANEXO 15 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PRODUTIVIDADES, EM TODAS AS SAFRAS, DOS 14 GENÓTIPOS, POR AMBIENTE. TPH. RB96. PARANÁ. 2007. ....	62
--	----

## RESUMO

A substituição de variedades e a indicação de novos clones tem-se mostrado como forma eficiente no aumento de produtividade e nesse sentido, o uso de metodologias como o da adaptabilidade e estabilidade, auxiliam na seleção e indicação correta e adequada de variedades. Essas devem ser empregadas pelos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar para obter dados com maior confiabilidade e precisão. Com a adaptabilidade podemos identificar os clones de cana-de-açúcar com maior precisão para recomendá-los para os mais diversos ambientes podendo assim, melhorar o rendimento desses. Com a estabilidade temos uma constante no rendimento de produção ao longo das safras. O objetivo geral desse trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones precoces de cana-de-açúcar das séries RB95 e RB96 e os específicos foram estudar a adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Lin e Binns (1988) e a divisão sugerida por Carneiro (1998), e também avaliar as correlações entre as variáveis (TPH, TCH e POL), ambientes e ciclos da cana-de-açúcar. Os locais de instalação dos experimentos totalizaram em 11 ambientes. Foram utilizados 18 clones precoces da série RB95 comparando-os com 2 variedades padrões (RB855156 e RB855453) assim como na série RB96, que as comparou com 12 clones precoces. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com 3 repetições. As unidades experimentais foram compostas por parcelas úteis de quatro sulcos de 8 metros, espaçados entre si por 1,40 m. As análises estatísticas foram realizadas no programa GENES. A variável utilizada foi tonelada de pol por hectare (TPH) e o método de avaliação foi por análise não-paramétrica. Houve diferenças significativas entre os genótipos e entre os ambientes; sugerindo assim que haja genótipos específicos para diferentes ambientes. Na série RB95 os clones mais estáveis e produtivos pela metodologia estudada foram RB925211, RB946903 e RB956911 e pela separação de Carneiro (1998) foram os clones RB925211, RB946903 e RB956911 para os ambientes favoráveis e RB925211, RB946903 e RB855156 para os desfavoráveis. Na série RB96 os melhores foram: RB946903; RB966928 e RB965911; e para a separação em ambientes favoráveis e desfavoráveis, foram RB946903, RB965911, RB966928 para a primeira condição de ambientes e para a segunda foram os clones RB946903, RB966928 e RB925211. Esses resultados evidenciam o potencial dos clones selecionados para serem liberados como variedades para atender melhor e especificamente as necessidades dos produtores na região. No estudo das correlações, na série RB95, os locais com maior correlação foram Rondon e Cidade Gaúcha, e para a série RB96 foram Rondon e Jussara. Para as variáveis, em ambas as séries, a correlação entre TCH e TPH foi a que obteve maior magnitude.

**Palavras chaves:** Parâmetros genéticos. Não-paramétrico. *Saccharum spp.* Competição entre clones.

# ADAPTABILITY AND PHENOTYPIC STABILITY OF PRECOCIOUS CLONES RB (REPUBLIC BRAZIL) OF SUGARCANE IN STATE OF PARANÁ

## ABSTRACT

The Federal University of the Paraná (UFPR) participates together since 1992 of the Interuniversity Network for the Development of Sector Sucro-Alcooleiro (RIDESA) with others seven Federal Universities. Between the activities of the RIDESA is the Program of Genetic Improvement of Sugarcane (PMGCA), in which in the last phase of the program, has the clones recommendation to the study of adaptability and phenotypic stability. The sugarcane (*Saccharum* spp.) is a culture with great expression in the economy in such a way in the factor feeding with the sugar; of energy with the alcohol and in other factors as chemical and pharmaceutical industries. With the adaptability we can identify clones of sugarcane with a bigger precision to recommend them for most diverse environments thus being able, indirectly, until expanding areas, or only improve the income of producing environments in the State; with the phenotypic stability we have a constant in the income of production throughout the harvests. This study took in account methodology of not-parametric analysis. The objective of this work was to evaluate clones precocious of sugarcane of series RB95 and RB96. The places where the experiments had been installed are: Jandaia do Sul, São Pedro do Ivaí, São Tomé, Nova Londrina, Rondon, Jussara, Ibatí, Cidade Gaúcha, Bandeirantes, Paranavaí e Iguatemi. Had been used 18 clones precocious of series RB95 comparing them always with 2 varieties standards (RB855156 and RB855453) as well as in series RB96, where clones compared them with 12 clones precocious. The experimental units had been composed for useful parcels of four ridges of 8 meters, spaced between itself for 1,40 m; being the used design random blocks with 3 repetitions. The statistical analyses had been carried through in the program GENES. The variable used was ton of pol per hectare (TPH). In more steady and productive series RB95 clones had been RB925211, RB946903 and RB956911 with 16,63; 16,28 and 15,20 TPH, representing respectively increases of 11,54%; 9,19% and 1,95% in relation the optimum placed standard. In series RB96 clones had been: RB946903; RB966928 and RB965911 with TPH of 17,25; 16,74 and 16,60, meaning a respective addition of to 19,54%; 16,01% and 15,04%. These results evidence the potential of clones selected to be set free as varieties to take care of better and specifically the necessities of the producers in the region in question.

**Key Words:** Genetic parameters. Nonparametric. *Saccharum*. Competition clones.



## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) é uma das mais importantes culturas à nível mundial.

Nos últimos anos, a cana-de-açúcar vem crescendo significativamente em todos os principais quesitos como aumento de área, produção e produtividade; o que contribui em grande parte à agricultura e economia brasileira e também aos estados produtores. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, (CONAB, 2007) o Brasil possui 6,16 milhões de ha, enquanto o Estado do Paraná apresenta 436 mil ha cultivados com a cana-de-açúcar.

O grande interesse pela cultura é consequência da busca de energia alternativa, dentro da matriz energética mundial, que posiciona a cana-de-açúcar como fonte de energia líquida e renovável (álcool) com grande contribuição para a melhoria mundial, como em relação ao efeito estufa, sustentado ainda pelo surgimento do protocolo de Kyoto.

Visando suprir as necessidades crescentes desse mercado, tem-se buscado novas variedades de cana-de-açúcar resistentes a pragas e doenças, estresses abióticos, com maior rendimento, maior riqueza e precocidade; tornando assim essas necessidades como o maior desafio de qualquer programa de melhoramento genético dessa cultura.

A substituição de variedades e a indicação de novos clones é uma alternativa para o aumento de produtividade. Na fase de experimentação (FE); novos clones são testados pelos programas de melhoramento genético, visando a substituição dessas variedades existentes as quais são menos produtivas do que os clones testados.

Nesse sentido, o uso de metodologias que possam auxiliar a escolha correta e adequada dos clones e variedades, deverão ser empregadas pelos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar, com o objetivo de indicar clones superiores às variedades utilizadas pela unidade produtora com maior confiabilidade e precisão.

Se existe interação genótipo x ambiente, então é muito provável que existam diferentes clones para os mais específicos locais, portanto podem-se recomendar diferentes genótipos para diferentes locais, no intuito da seleção de

um genótipo estável ao longo das safras, com alta produtividade e bem adaptado às diferentes regiões de cultivo.

O objetivo geral do trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones precoces de cana-de-açúcar das séries RB95 e RB96 e os objetivos específicos foram: a) estudar a adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de Lin e Binns (1988) e a divisão proposta por Carneiro (1998); b) avaliar as correlações entre as variáveis (TPH; TCH e POL); ambientes e ciclos da cana-de-açúcar.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 EVOLUÇÃO DO CULTIVO DE VARIEDADES

No Estado do Paraná, o cultivo da cana-de-açúcar teve início no ano de 1878 e como nas demais regiões canavieiras, a substituição de variedade tem se mostrado como uma forma de aumento de produtividade (ZAMBON, 2000). Muitos autores já comprovaram que a substituição varietal vem ocorrendo a muito tempo (BRAGA JR. e SORDI, 1996; GHELLER, 1996; DAROS *et al.*, 1999). Essa substituição ocorre em todo o Brasil e no Estado do Paraná não seria diferente; exemplo disso é a variedade RB867515 onde, em 2002 era cultivada em 1.200 ha e em 2005 foi responsável por 30.513 ha no Estado do Paraná (RIDESA, 2005).

O Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA) para o Estado do Paraná, da Universidade Federal do Paraná (UFPR), em conjunto com as Universidades Federais que fazem parte da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucro-Alcooleiro (RIDESA), tem identificado clones e liberado variedades com alto potencial de produção para o Estado do Paraná e para o Brasil, todos esses materiais levando a sigla RB (República Brasil), (DAROS e ZAMBON, 1998).

Sempre que existe substituição de variedades, há a necessidade de gerar formações para que essa troca seja uma substituição segura, e um dos tópicos avaliados no PMGCA/UFPR/RIDESA é o estudo e análise da interação do genótipo x ambiente.

### 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO CANAVIEIRA PARANAENSE

O Paraná encontra-se em uma região limítrofe para o cultivo da cana-de-açúcar, estando a área produtora entre os paralelos 22° 30' S e 24° 00' S, englobando cerca de 200 municípios presentes nas regiões Norte Pioneiro, Norte Novo, Norte Novíssimo e Noroeste (ZAMBON, 2000; IBGE, 2007).

A precipitação média anual dessa região está na faixa entre 1.400 mm e 1.600 mm, podendo ser menor em regiões mais ao extremo noroeste e nordeste do Estado (IAPAR, 2006). Alguns autores afirmam que somente a quantidade de chuva não é o mais importante, mas a distribuição das mesmas, ao longo do ciclo da cultura, tem também a sua devida importância, pois logo após o desenvolvimento, a cana-de-açúcar necessita de um período de estresse hídrico para ocorrer o acúmulo de sacarose (ALFONSI *et al.*, 1987; PARANHOS, 1987).

A temperatura média anual dessa região varia de 20 a 25° C, podendo ter temperaturas máximas nos meses mais quentes acima dos 40° C (IAPAR, 2006; SIMEPAR, 2007). A região canavieira no Estado apresenta ainda, no seu trimestre mais frio (Junho, Julho e Agosto) temperaturas médias de 16° C, sendo um dos motivos pelo qual o Paraná é classificado como área limítrofe para o cultivo da cana-de-açúcar. Soma-se a isso o fato de poder ocorrer em média até 5 (cinco) geadas ao longo do ano, podendo gerar queda de produção (IAPAR, 2006).

Comparando-se as condições climáticas do Estado do Paraná com as características da cana-de-açúcar, planta do tipo C<sub>4</sub>, a qual deve apresentar para o seu maior rendimento potencial temperaturas elevadas (30 – 40° C), verifica-se que existe uma restrição térmica para o seu cultivo (MATSUOKA, 1996; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os solos da região canavieira constituem-se por tipos derivados do Basalto e do Arenito, compreendendo as ordens: Argissolos, Nitossolos e Latossolos para os solos derivados do Basalto; e Latossolos, Neossolos e Cambissolos para os solos derivados do Arenito. (EMBRAPA, 1999; PRADO, 2005).

## 2.3 A CANA-DE-AÇÚCAR E OS PROGRAMAS DE MELHORAMENTO GENÉTICO

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, provavelmente originária das regiões da Indonésia e Nova Guiné. Pertence a família *Poaceae*, tribo *Andropogoneae*, gênero *Saccharum*. Atualmente a cana-de-açúcar que conhecemos é oriunda de seis espécies, ou seja, seus descendentes são clones

interespecíficos de *S. officinarum* L. ( $2n = 80$ ), *S. robustum* Brande e Jeswiet ex Grassal ( $2n = 60 - 205$ ), *S. barberi* Jeswiet ( $2n = 111 - 120$ ), *S. sinense* Roxb. ( $2n = 81 - 124$ ), *S. spontaneum* L. ( $2n = 40 - 128$ ) e *S. edule* Hassk. ( $2n = 60 - 80$ ); formando com outras espécies e gêneros, o que muitos autores chamam de “*Complexo Saccharum*” (MATSUOKA *et al.*, 2005).

O PMGCA/UFPR/RIDESA seleciona os genitores, para os cruzamentos na Estação Experimental de Serra do Ouro, Murici – AL e após a obtenção das sementes, elas são germinadas, sofrem aclimação, para posteriormente serem transplantadas a campo, iniciando-se assim a primeira fase de seleção chamada de Fase T1. O T1 possui em média 400.000 clones plantados individualmente. Fazendo-se seleção nesses clones obtêm-se os clones para o plantio da Fase T2; em torno de 8.000 clones. Nessa Fase T2 são feitas novas avaliações a campo, apresentando um esquema estatístico de blocos aumentados. Feita nova seleção passa-se para Fase T3, com maior número de locais e repetições onde, o número de clones utilizados será de 200 clones, que após as avaliações a campo e análises estatísticas de blocos aumentados, os clones superiores são selecionados. Nas Fases T1, T2 e T3 as avaliações são realizadas em cana soca. A fase de multiplicação (FM), multiplicam-se os clones promissores para a fase de experimentação (FE), onde finalmente tem-se aproximadamente 30 clones. Nessa fase o plantio é realizado em vários locais, possibilitando o estudo da interação genótipo x ambiente e de adaptabilidade e estabilidade desses clones. Considerando todas essas etapas o processo para a obtenção e liberação de uma nova variedade dentro do PMGCA/UFPR/RIDESA leva de 12 a 15 anos (PRADO, 1963; MATSUOKA, *et al.*, 1981; IAA/PLANALSUCAR, 1983; DANIELS e ROACH, 1987; MATSUOKA, 1988; ARIZONO, 1994; ZAMBON, 2000; CESNIK e MIOCQUE, 2004; MATSUOKA *et al.*, 2005).

No Brasil além da RIDESA existem outras instituições com seus respectivos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar como o Instituto Agrônomo de Campinas com variedades IAC; Canavialis com variedades CV e o Centro de Tecnologia Canavieira com variedades CTC.

## 2.4 INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE

De maneira geral, toda mudança que ocorre de forma intra ou extracelular influencia a expressão do genótipo e é entendida como ambiente, recebendo assim, essa influência, o nome de interação genótipo x ambiente, facilmente detectada, quando se considera uma série de ambientes (BREWBAKER, 1969; CRUZ e REGAZZI, 2004).

O primeiro relato sobre a interação genótipo x ambiente é de 1923, por Fisher e Mackenzie<sup>1</sup>, citados em Freeman (1973); e desde então muitos trabalhos têm sido feitos para quantificar essa interação ou, apenas sugerir novos modelos para análises estatísticas.

A primeira técnica para o estudo das interações genótipos x ambientes foi pelo método de regressão. Basicamente, em experimento com cevada, foi feito o cálculo da regressão dos rendimentos de variedades isoladas sobre os rendimentos médios de todas as variedades, mostrando-se assim grande parte dessa interação (YATES e COCHRAN, 1938).

Posteriormente foram isolados os efeitos dos genótipos, ambientes e da interação, através dos respectivos componentes de variância, comparando os mesmos com os quadrados médios obtidos em uma análise de variância. Esse procedimento foi adotado por muitos outros autores que trabalhando com interação genótipo x ambiente para algodão e também para aqueles que obtiveram interação tripla trabalhando com variedades, locais e anos (SPRAGUE e FEDERER, 1951).

Com o passar do tempo as técnicas para a obtenção da interação foram evoluindo, um exemplo disso foi quando alguns autores incluíram a soma de quadrados para ambientes e para as interações genótipo x ambiente (EBERHART e RUSSELL, 1966; PERKINS e JINKS, 1968).

A fim de demonstrarem a interação genótipo x ambiente estatisticamente, alguns autores fizeram análise conjunta de experimentos repetidos em mais de um ambiente sendo os clones os tratamentos na análise (COCHRAN e COX, 1957; VENCOVSKY e GERALDI 1977; FERREIRA, 2000).

---

<sup>1</sup> Fisher, R.A.; Mackenzie, W. A., Studies In Crop Variation: II. The manurial response of different potato varieties. **Journal of Agricultural Science** 1923; 13: 311 – 320.

Bassinello (1984) cita como alguns autores expuseram as interações genótipos x ambientes influenciando nas variâncias e covariâncias usadas em modelos biométricos, comentando que quando existem interações, as medidas de efeitos genéticos aplicam-se somente à variação dos ambientes no estudo. O autor afirma ainda, que os efeitos do genótipo e do ambiente não são independentes, concluindo que os melhoristas e agrônomos desejam simplesmente minimizar os efeitos de interações genótipos x ambientes em experimentos de campo, enquanto os geneticistas pretendem compreender as causas da interação em termos de parâmetros genéticos aplicados à biometria.

Os autores Vencovsky e Barriga (1992) demonstraram como pode ser detectada essa interação em alguns esquemas de análises de variância conjunta para a obtenção das esperanças matemáticas dos quadrados médios, além do teste F.

Segundo Ferreira (2006), a dificuldade que surge na análise conjunta, é saber se os efeitos são fixos ou aleatórios, pois a obtenção das esperanças matemáticas dos quadrados médios e do valor do teste F depende da natureza do modelo que fundamenta as observações.

Em síntese, quando o efeito será fixo toda vez que não puder ser generalizado e; portanto, a informação irá referir-se apenas aos tratamentos envolvidos no trabalho, e o efeito será aleatório em todos os casos em que os tratamentos se referem a uma amostra de uma população e, portanto, a partir da informação obtida poderá ser feita interferência sobre a população. Como exemplo o autor cita que o material genético será considerado fixo se as **p** variedades forem selecionadas. Mas, se o material for uma amostra de progênies de uma população, o modelo será aleatório. O critério a ser adotado com base neste raciocínio: supõem-se que na população existam **P** progênies ou variedades, partes dessas irão constituir a amostra **p** a ser avaliada. Na mesma linha, o autor continua agora no caso de ambientes, exemplificando com locais, se forem escolhidos, o efeito será fixo; porém, se representarem uma região, deverá ser aleatório (FERREIRA, 2006).

Concluí-se então que a relação **p/P** próxima de zero indica que o modelo é aleatório; se **p/P** for próxima de um, o modelo será fixo. Finaliza afirmando que também há casos que se podem ter modelo misto quando, por exemplo, ambientes forem fixos e genótipos aleatórios (FERREIRA, 2006).

Atualmente um método muito utilizado nas análises estatísticas é aquele onde o componente da variação atribuído aos efeitos da interação genótipos x ambientes, representado por  $\sigma_{ga}^2$ , é quantificado por meio de um sistema no qual se igualam os quadrados médios, obtidos em análises de variâncias, aos respectivos estimadores dos componentes de suas esperanças matemáticas (CRUZ e REGAZZI, 2004).

As interações estão naturalmente presentes em qualquer material genético que o melhorista esteja trabalhando, e isso dificulta ligeiramente os resultados de diferenças significativas entre os genótipos; o que acarretaria na orientação ao programa de melhoramento para que se desenvolvam variedades destinadas à ambientes especiais (EBERHART e RUSSELL, 1966).

As condições ambientais que contribuem com as interações genótipo x ambientes são divididas em duas categorias: previsíveis e imprevisíveis (ALLARD e BRADSHAW, 1964).

A melhor definição para a característica previsível é que para essa categoria, incluem-se as variações de ambiente que ocorrem de região para região, dentro da área de distribuição da cultura, considerando as características gerais de clima, solo e aquelas que flutuam de maneira sistemática, como o comprimento do dia e o grau de insolação. Também se incluem nesse grupo, os fatores de ambiente que estão sob o controle do homem, como as práticas agrônômicas, entre elas época de semeadura e colheita; doses e fórmulas de adubação; métodos de colheita, etc; (FERREIRA, 2006).

A caracterização da categoria imprevisível, são aquelas presentes na mesma região; como a quantidade e índice pluviométrico, variações de temperatura e também aquelas que não se pode medir com total confiabilidade (PORCEDDU, 1970).

Com isso, a resposta fenotípica à variação no ambiente não é a mesma para todos os genótipos, cabendo ao melhorista avaliar a importância da magnitude da interação genótipo x ambiente, o que auxiliará no planejamento e estratégias num programa de melhoramento (CRUZ e REGAZZI, 2004).

A produção é o objetivo final à ser alcançado por muitos melhoristas e isso é conseguido através de plantas mais desenvolvidas, oriundas de programas de melhoramento, existe uma concordância que a interação genótipo



x ambiente tem um importante significado no melhoramento de variedades superiores (ALLARD, 1960). Assim, considerando essas diferentes interpretações expostas, coloca-se o fator ambiente como sendo imprevisível e pode estar também sob influência específica, podendo então transmitir essas respostas ambientais para o vegetal, que por sua vez, terá mudanças específicas em seus metabolismos fisiológicos e bioquímicos acarretando nas mudanças fenotípicas. Por isso cabe ao melhorista avaliar essa interação, se a mesma é significativa e tentar quantificá-la ao máximo possível para que se possam adotar novas técnicas de manejo ou pelo menos adaptar as existentes para as condições específicas.

#### 2.4.1 Estudos da Interação Genótipo x Ambiente em Cana-de-açúcar

Estudos realizados por Ulivarri e Kening (1967) concluíram que os locais mais bem colocados, não precisam ser obrigatoriamente contrastantes para que se observem fortes interações em cana-de-açúcar.

Skinner (1971) afirma que como a grande maioria das outras culturas, os caracteres mais economicamente importantes em cana-de-açúcar são quantitativos.

Dentro das conclusões feitas por Mariotti *et al.*, (1977) trabalhando com análises conjuntas, pode se destacar: a) o comportamento em geral, de um genótipo de cana-de-açúcar é melhor apresentado se oriundo de 3 (três) cortes dentro daquela região e b) existe uma tendência de que os dados de corte realizado em um ano podem estar influenciando os resultados de colheita no ano seguinte, e para isso ser minimizados devem se desenvolver modelos que considerem essa tendência.

Bassinello *et al.*, (1976), com dados de produção de açúcar de várias safras, em 22 locais de experimentação, constataram que a variedade NA56-79 foi 75% superior em relação a CB41-76, a qual era a mais plantada na época.

Utilizando 17 variedades de cana-de-açúcar, Pollock (1978) entre os anos de 1971 e 1975, com 39 ambientes distribuídos em locais, anos e ciclos de cortes; verificou que: a variância da interação genótipo x ambiente pode ser da ordem de aproximadamente 75% para toneladas de açúcar por hectare; as

influências ambientais e genéticas são independentes; a resposta observada na mudança de ambiente é diferente dentro da maioria das variedades; os vários fatores influenciam as interações genótipos x ambientes sendo alguns exemplos: tipo de solo, fertilidade, taxa pluviométrica, temperatura e manejo cultural.

Trabalho de Rea e Vieira (2002) com 14 clones e 3 variedades de cana-de-açúcar, concluíram que os genótipos se comportaram diferentemente devido a interação genótipos x ambientes e conseguiram obter 3 clones promissores. Afirmando que é de extrema importância esse estudo das interações para liberações de futuras variedades.

Muitos outros autores trabalharam com seleção de clones em diferentes fases de seleção T2 e T3, com diferentes séries RB em um ou mais locais; concluíram que algumas variáveis possuem alta herdabilidade, que existe uma correlação entre elas podendo assim fazer seleção utilizando apenas uma das variáveis, pela alta correlação (OLIVEIRA *et al.*, 2006; TRENTON *et al.*, 2006; ZENI NETO *et al.*, 2006).

Bressiani (2001), trabalhando na fase T1, constatou a dificuldade na seleção de famílias adaptadas a diferentes locais, concluindo que o ambiente influencia na família dos clones de cana-de-açúcar, obtendo significativa interação família x ambiente.

Na Zona da Mata Norte em Pernambuco, Melo *et al.*, (2006) trabalhou com variedades RB e SP em fase de experimentação identificando quatro clones com alto potencial de produção de cana e de açúcar e que há comportamento específico entre os genótipos nos diversos cortes da cana.

## 2.5 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Como existem muitas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade, é comum que existam diferentes definições destes termos, podendo gerar certa confusão na hora de suas interpretações (CRUZ e REGAZZI, 2004).

O conceito para adaptabilidade muito utilizado hoje, é aquele dado por Verma *et al.*, (1978) que define como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes

desfavoráveis, mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais.

Para o termo estabilidade, mais comumente utilizado é a definição sugerida por Mariotti *et al.*, (1976), a qual define estabilidade como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em relação às variações ambientais.

A capacidade dos genótipos de apresentarem previsibilidade é caracterizada como estabilidade de comportamento, a qual define uma característica varietal (MORAIS, 1980) o que não é totalmente diferente do que a capacidade dos genótipos de apresentarem variações muito baixas no seu comportamento em geral se submetidos a diferentes ambientes (ALLARD e BRADSHAW, 1964; EBERHART e RUSSELL, 1966; e FINLAY e WILKINSON; 1963).

As metodologias para o estudo da adaptabilidade e estabilidade se dividem em paramétricas e não-paramétricas.

Entre as metodologias paramétricas pode-se citar aquela que usa o parâmetro da ecovalência ( $\omega_i^2$ ) (ZIMMERMANN *et al.*, 1993), a qual baseia-se na decomposição da soma de quadrados médios da interação genótipo x ambiente; assim esse parâmetro refere-se apenas a estabilidade fenotípica, sendo considerado o genótipo mais estável aquele que apresentar o  $\omega_i^2$  mais baixo, ou seja, é o genótipo que menos contribuiu com a interação genótipo x ambiente. Wricke (1962), através de uma análise de variância, calculou a contribuição individual dos genótipos para a interação genótipo x ambiente.

Outra metodologia paramétrica é proposta por Finlay e Wilkinson (1963) a qual baseia-se em regressão linear, utilizando o índice ambiental como variável independente e ajustando os dados dos clones em cada ambiente são ajustados para escala logarítmica e a produção média de cada genótipo em cada ambiente como sendo a variável dependente, obtendo-se dessa forma o coeficiente de regressão ( $b_i$ ).

A metodologia de Eberhart e Russell (1966), é muito semelhante com a de Finlay e Wilkinson (1963) diferenciando em dois pontos-chaves, a) Eberhart e Russell (1966) consideram o quadrado médio do desvio da regressão com

dados não-transformados e b) o índice ambiental refere-se a diferença entre a média de todos os genótipos em cada ambiente e a média geral.

Verma *et al.*, (1978) também desenvolveram uma metodologia paramétrica; que consiste em 2 retas de regressão linear sendo 1 para ambientes superiores (índices ambientais positivos) e a outra para ambientes inferiores (índices ambientais negativos), sendo que nessa metodologia existe também um índice do menor ambiente, no valor de forma absoluta, com a finalidade de dar continuidade as retas de regressão, sendo que o genótipo que menos contribuiu para a variância da interação genótipo x ambiente é o mais estável.

Alguns autores fazem críticas em relação a essas metodologias paramétricas, pois as variáveis que predizem a análise de regressão linear são funções dos índices ambientais, conseqüentemente esses coeficientes são tendenciosos; outro motivo referente às críticas é que o modelo de regressão que visa a interação genótipo x ambiente é descritivo, ou seja, ele não quantifica as variáveis independentes antes da execução do experimento (HARDWICH e WOOD, 1972; HILL, 1976; e SILVA e BARRETO, 1985; LIN *et al.*, 1986).

Nas análises não-paramétricas há tendência de se expressar em uma ou em poucas medidas o desempenho e o comportamento de um genótipo em termos de rendimento, capacidade de resposta às variações ambientais e suas variações; como exemplos, as metodologias mais simples de serem interpretadas são as de Lin e Binns (1988) e Hernandez *et al.*, (1993) (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A partir desses métodos onde se utilizam um parâmetro, Carneiro (1998) apresentou uma metodologia alternativa para avaliar a *performance* genotípica, a qual permite o uso de análise multivariada e apresenta um direcionamento de resposta dos cultivares aos diferentes tipos de ambientes.

Lanza e Di Mauro (2005) trabalharam com a metodologia de Carneiro (1998) em algodão (*Gossypium hirsutum*) e afirmaram que os ambientes influenciaram no comportamento do genótipo para muitos parâmetros avaliados além da sua capacidade adaptativa; também recomendaram o estudo da interação genótipo x ambiente e da adaptabilidade e estabilidade nos programas de melhoramento genético, pois essa metodologia facilita a tomada

de decisão sobre a seleção e finalizam afirmando que uma análise múltipla permite conhecer melhor a *performance* dos genótipos, sendo portanto, uma excelente ferramenta complementar na indicação de genótipos de acordo com o comportamento fenotípico.

Segundo Huehn (1990), as análises não-paramétricas, apresentam algumas vantagens em relação às paramétricas:

- I) A tendência causada pelos pontos dos valores fora da equação de regressão é reduzida e em muitos casos até eliminada;
- II) Não é necessário assumir qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos (CRUZ e CARNEIRO, 2003);
- III) Os resultados obtidos são de fácil manipulação e didaticamente de fácil interpretação;
- IV) Em análises paramétricas quando você adiciona ou subtrai qualquer tratamento, ocorrem variações nas estimativas e isso nas análises não-paramétricas não ocorre;
- V) Os programas de melhoramento genéticos utilizam a classificação obtida por essas análises para futuras seleções desses materiais ou para estudos do comportamento dos melhores genótipos.
- VI) Além da metodologia não-paramétrica caracterizar-se pela simplicidade e facilidade na interpretação dos dados e as medidas que essa metodologia trata o quesito estabilidade, correlacionam-se quase que perfeitamente, revelando alto grau de correspondência na detecção dos genótipos estáveis (DI MAURO *et al.*, 2000).

Raizer e Vencovsky (1999) concluíram que a produtividade de açúcar das variedades SP testadas está linearmente relacionada com a melhoria ambiental, extraíndo genótipos para ambientes favoráveis, desfavoráveis e como padrões para futuros ensaios experimentais.

Barbosa *et al.*, (2002) detectou grande variabilidade entre as médias de tonelada de cana por hectare (TCH) em 9 ambientes distintos com clones promissores da séries RB92 e RB93, com respostas diferentes dos clones a diferentes ambientes.

Zeni Neto *et al.*, (2005) trabalharam com TPH na metodologia de Eberhart e Russell (1966) com 16 materiais genéticos das séries RB92/93/94 em 6 locais distintos; concluíram que o clone RB935744 é recomendado para

ambientes inferiores e o RB936109 para ambientes superiores, ambos com alta estabilidade.

## 2.6 METODOLOGIA PROPOSTA POR LIN E BINNS (1988)

Lin e Binns (1988) trabalharam com o quadrado médio da distância entre a média do genótipo em questão e a resposta média máxima obtida no ambiente para definir adaptabilidade e estabilidade, obtendo-se assim como Hernandez *et al.*, (1993) um único parâmetro, denominado de **Pi**, o qual explicaria a estimativa da adaptabilidade e estabilidade do genótipo *i*.

Ao compreender o parâmetro **Pi** como estabilidade e adaptabilidade temos que levar em conta que; nos métodos que avaliam a *performance* dos cultivares perante a análise de regressão, o índice ambiental; definido como a diferença entre a média dos genótipos em cada ambiente e a média geral, representa a variável independente. Portanto, o coeficiente de regressão da média dos genótipos avaliados em cada ambiente em função dos índices ambientais, que nesse caso é a variável dependente sendo a média dos genótipos em cada ambiente menos uma constante (essa por sua vez é a média geral), é igual à um (1). Assim, a regressão do valor máximo, ou resposta máxima de cada local em função dos índices ambientais, também apresentará coeficiente de regressão igual, ou muito próximo, à unidade; empiricamente, tem sido demonstrado ser esse fato verdadeiro (CRUZ e CARNEIRO, 2003).

Esse autor considera ainda que em razão da estatística deste método ser o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada local, e não a distância simples, ela tem propriedade de variância, ou seja, pondera de maneira eficiente os desvios de comportamento dos cultivares ao longo dos ambientes, ou, ainda, considera a estabilidade de comportamento.

Sabe-se, portanto que a estatística **Pi** leva em conta o rendimento do genótipo e a resposta relativa ao genótipo com coeficiente de regressão igual à unidade, sendo então uma medida de adaptabilidade e a sua flutuação a medida da estabilidade fenotípica. Estas propriedades fazem com que **Pi** seja a estatística eficiente para avaliar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica, mesmo não sendo o conceito mais atual para adaptabilidade (CRUZ

e CARNEIRO, 2003).

Para que esse parâmetro suprisse as necessidades dos melhoristas, o mesmo foi dividido para ser utilizado, além da forma geral, em ambientes favoráveis e desfavoráveis. O parâmetro **Pi** é comumente chamado de MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento), (CRUZ e CARNEIRO, 2003). A classificação dos ambientes segundo essa metodologia é baseada nos índices ambientais que nada mais é do que a diferença dos genótipos em cada ambiente e a média geral. Isso torna o trabalho dos melhoristas mais prático e adequado, pois esse profissional terá os melhores genótipos de forma geral e pode direcioná-los especificamente para aquele ambiente que se tenha maior aplicação de tecnologia como para aquele que não tenha esse manejo, ou seja, poderá recomendar clones para ambientes favoráveis ou desfavoráveis.

O MAEC fornece algumas vantagens em relação a outros métodos para analisar a *performance* genotípica; pois possui grande facilidade na interpretação dos resultados; fornece tanto a definição de adaptabilidade segundo Verma *et al.*, (1978) como a estabilidade de comportamento e também porque permite recomendação de clones visando ambientes desfavoráveis e favoráveis exclusivamente.

Cruz e Carneiro (2003) comenta que a definição de um referencial, em substituição aos pontos ótimos extremos (máximos) de Lin e Binns (1988), confere à estimativa do parâmetro MAEC uma aplicação mais ampla, pois contempla o perfil de genótipo desejado pelos melhoristas, qual seja:

I) Produtividade alta e constante em ambientes considerados desfavoráveis, mas com capacidade de resposta à melhoria das condições ambientais, para caracteres como produtividade de grãos;

II) Menores valores possíveis para certas variáveis, como notas atribuídas para doenças;

III) Valores em torno de referencial fixo, para certos caracteres, como altura de plantas; evita ou minimiza os valores máximos, mínimos ou fixos obtidos em condições experimentais, em que a precisão experimental é relativamente inferior à dos demais ensaios; o parâmetro MAEC, quando estimado pelos métodos do trapézio, contempla a dissimilaridade entre os locais, de modo que ambientes similares têm menor influência na determinação da

superioridade do genótipo do que os dissimilares, porém representativos da rede; o parâmetro MAEC - multivariado permite o uso em análises multivariadas, em que a recomendação dos cultivares contempla mutuamente mais de um caráter de importância econômica, considerando o ideal para cada variável em questão; não é necessário assumir qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos para a utilização do parâmetro MAEC. Sua estimativa, quando ponderada pela precisão dos ensaios, elimina ou reduz os efeitos indesejáveis da ocorrência de heterogeneidade de variância residual, e o parâmetro MAEC pode ser estimado mesmo quando o número de ambientes for reduzido.

Muitos autores confirmam a facilidade de trabalhar com a estatística **Pi**, conseguindo recomendar materiais promissores para diferentes ambientes e em alguns trabalhos afirmam que essa metodologia é muito promissora e mais confiável do que as outras comparadas (FARIAS, *et al.*, 1997; BOTREL *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2005; CÔRREA, *et al.*, 2006).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS

Os experimentos foram conduzidos a campo nos anos agrícolas de 2003/2004; 2004/2005 e 2005/2006, para a série RB95 e 2004/2005 e 2005/2006 para a série RB96, em 11 (onze) Unidades Produtoras no Estado do Paraná (TABELA 1).

TABELA 1 – LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DAS UNIDADES PRODUTORAS DE CANA-DE-AÇÚCAR, ONDE FORAM IMPLANTADOS OS EXPERIMENTOS SÉRIE RB95 E RB96. PARANÁ. 2007.

Município	Altitude (m) <sup>1</sup>	Latitude	Longitude
São Tomé	420	23° 32' 00" S	52° 35' 00" W
Rondon	530	23° 23' 00" S	52° 43' 00" W
Jandaia do Sul	760	23° 37' 00" S	51° 37' 00" W
Nova Londrina	480	22° 55' 00" S	53° 15' 00" W
Ibaiti	850	23° 50' 45" S	50° 11' 16" W
Bandeirantes	492	23° 06' 00" S	50° 22' 00" W
Jussara	408	23° 50' 00" S	52° 27' 00" W
Mandaguaçu	580	23° 21' 00" S	52° 05' 00" W
Cidade Gaúcha	550	23° 22' 30" S	52° 56' 00" W
Paranavaí	503	23° 05' 00" S	52° 27' 32" W
São Pedro do Ivaí	400	23° 52' 00" S	51° 41' 00" W

<sup>1</sup> - em relação ao nível do mar

Fonte: IBGE (2007)

As áreas dos experimentos estão localizadas no terceiro Planalto Paranaense, geologicamente, segundo a MINEROPAR (2007); os municípios de Cidade Gaúcha, Jussara, Nova Londrina, Paranavaí, Rondon e São Tomé estão sobre o Grupo Bauru, da era Mesozóica, no qual se inclui a Formação Caiuá, que por sua vez está acima dos solos derivados da Serra Geral. Os municípios de Mandaguaçu, São Pedro do Ivaí, Jandaia do Sul e Bandeirantes também estão acima de uma formação geológica da idade Mesozóica, mas pertencente ao Grupo São Bento o qual engloba a Formação Serra Geral. Ibaiti é o único município que pertence a era geológica mais antiga; a era Paleozóica onde encontra-se o Grupo Itararé com a Formação Rio do Sul, Mafra e Campo Tenente.

Os solos derivados da alteração das rochas intrusivas e extrusivas básicas provenientes do basalto da Formação Serra Geral são profundos,

permeáveis, bem drenados e ocorrem sobre topografia plana a ondulada, apresentam alta capacidade de absorção de água e propriedades físicas boas ao desenvolvimento dos vegetais, com predominância de Latossolos Vermelhos, Nitossolos e Argissolos.

O arenito presente na Formação Caiuá, apresenta textura que varia de arenosa à média, com elevado teor de areia e baixa porcentagem de argila, os quais aparecem nos setores mais elevados da região. São solos extremamente friáveis e, conseqüentemente, com alta suscetibilidade à erosão, predominam nessa ordem os solos Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho – Amarelos e Cambissolos.

A região produtora de cana-de-açúcar possui o clima, segundo a classificação de Köppen, predominantemente do tipo Cfa, o qual é classificado como subtropical mesotérmico úmido sem estação seca e com média de temperatura do mês mais quente acima dos 22° C (IAPAR, 2006).

### 3.2 FASE DE EXPERIMENTAÇÃO – PMGCA/UFPR/RIDESA

A fase de experimentação (FE) do PMGCA/UFPR/RIDESA, é identificado pela sigla RB, seguida do ano do cruzamento que denomina-se de série.

A partir de 2004 a metodologia seguida foi de compor os FE's, com os melhores clones das séries, e com maior número de clones da última série que levará o ano.

No FE RB95 precoce foi composto por clones das séries RB92 (2), RB93 (2), RB94 (7) e RB95 (7). O FE RB96 precoce foi composto das séries RB85 (1) RB92 (2) RB94 (2) RB95 (2) e RB96 (5).

### 3.3 EXPERIMENTOS RB95 E RB96 PRECOCES

No FE RB95 foram utilizados 18 clones precoces e dois padrões (TABELA 2), o plantio foi feito no mês de Março de 2003 e colhido com 13 meses para cana planta e 12 meses para cana soca e ressoca.

No FE RB96 foram utilizados 12 clones precoces e dois padrões (TABELA 3), o plantio foi feito no mês de Março de 2004 e colhido com 13 meses para cana planta e 12 meses para cana soca.

TABELA 2 – RELAÇÃO DOS CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR QUE COMPÕEM A SÉRIE RB95 E SEUS GENITORES. PARANÁ. 2007.

<b>Nº</b>	<b>Clones</b>	<b>Genitores</b>
<b>1</b>	RB855156 *	RB72454 X TUC71-7
<b>2</b>	RB855453 *	TUC71-7 X ?
<b>3</b>	RB925211	RB855206 x ?
<b>4</b>	RB925345	H59-1966 x ?
<b>5</b>	RB935907	RB72454 X NA56-79
<b>6</b>	RB935945	RB835486 X RB855079
<b>7</b>	RB945950	RB855206 x ?
<b>8</b>	RB945953	RB835486 x RB845239
<b>9</b>	RB945961	RB855206 x ?
<b>10</b>	RB945964	RB765418 x RB72454
<b>11</b>	RB946900	RB835870 x RB72199
<b>12</b>	RB946903	RB765418 x RB72454
<b>13</b>	RB946905	RB845239 x RB855453
<b>14</b>	RB955970	RB845197 x RB835486
<b>15</b>	RB955971	RB855206 x RB855035
<b>16</b>	RB955978	RB855595 x ?
<b>17</b>	RB955987	RB855595 x ?
<b>18</b>	RB955996	RB835486 x RB845197
<b>19</b>	RB956911	RB855206 x RB855035
<b>20</b>	RB956913	RB835486 x RB845197

(\*) – Padrões

FONTE: RIDESA (2005)

TABELA 3 – RELAÇÃO DOS CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR QUE COMPÕEM A SÉRIE RB96 E SEUS GENITORES. PARANÁ. 2007.

<b>Nº</b>	<b>Clones</b>	<b>Genitores</b>
<b>1</b>	RB855046	SP70-1143 X TUC71-7
<b>2</b>	RB855156 *	RB72454 X TUC71-7
<b>3</b>	RB855453 *	TUC71-7 X ?
<b>4</b>	RB925211	RB855206 x ?
<b>5</b>	RB925345	H59-1966 x ?
<b>6</b>	RB945961	RB855206 x ?
<b>7</b>	RB946903	RB765418 x RB72454
<b>8</b>	RB955970	RB845197 x RB835486
<b>9</b>	RB956911	RB855206 x RB855035
<b>10</b>	RB965902	RB855536 x RB855453
<b>11</b>	RB965911	RB855546 x ?
<b>12</b>	RB966925	RB835486 x RB855536
<b>13</b>	RB966927	RB835486 x RB855536
<b>14</b>	RB966928	RB855156 x RB815690

(\*) – Padrões

FONTE: RIDESA (2005)

Nos experimentos das duas séries as parcelas são constituídas de 4 (quatro) linhas de 8,0 m de comprimento, espaçadas de 1,40 m, exceto em

Mandaguaçu que se utilizou espaçamento de 1,10 m; com 16 gemas por metro linear, caracterizando uma área útil de 56 m<sup>2</sup> e no caso de Mandaguaçu a área é de 44 m<sup>2</sup>. Foram colhidas por parcela 3 (três) amostras de 15 (quinze) colmos, retiradas dos dois sulcos centrais, desprezando-se 1,00 m a título de bordadura, na frente e no fundo da parcela.

As avaliações feitas na colheita foram às seguintes:

a) contagem do número de colmos, dos dois sulcos centrais, para obtenção do número de colmos por metro (NCM);

b) Peso de um colmo obtido da média do peso de 15 colmos, em três amostras (P1C);

c) POL: o teor de pol na cana-de-açúcar foi obtido por análise tecnológica a partir de 10 colmos por parcela

d) Tonelada de cana por hectare (TCH), obtida pela fórmula:

$$TCH = NCM \times P1C \times \text{Área}$$

e) Tonelada de pol por hectare (TPH) obtida pela fórmula:

$$TPH = \frac{(TCH) \times (POL)}{100}$$

A variável utilizada para calcular a *performance* fenotípica neste estudo foi TPH.

### 3.4 CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

O preparo do solo empregado foi o cultivo mínimo. A adubação de cana planta foi de 500 Kg·ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 05 – 25 – 25, colocado no sulco. As mudas de cana-de-açúcar foram retiradas de cana planta, com idade entre 8 e 10 meses. O plantio foi manual, com a cobertura realizada com cobridor mecânico. O controle de plantas daninhas foi realizado com herbicidas recomendados para a cana-de-açúcar e utilizados nas unidades produtoras. A

adubação de cana soca e ressoca, foi realizada logo após o corte, com 600 Kg ha<sup>-1</sup> do formulado 20 – 00 – 20.

A colheita foi manual em cana crua, sem queima e os dados foram estimados por biometria, observando um período de 13 meses para o primeiro corte (cana-planta) e 12 meses para os corte seguintes (soca e ressoca).

### 3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado para a série RB95 e para a série RB96, foi o de blocos casualizados, com três repetições. Utilizou-se para ambas as séries os padrões RB855156 e RB855453.

Após a obtenção dos dados foram realizadas análises de variância (ANOVA) para cada local, em cada ciclo. Com esses dados, foi realizada a análise conjunta (ANEXOS 1 e 2); na forma de um fatorial simples com 33 ambientes (três anos com onze locais) para a série RB95 e 22 ambiente para a série RB96 (dois anos com onze locais); adotando-se o modelo abaixo, considerando o efeito do genótipo como fixo e do ambiente como aleatório sem nenhuma decomposição do grau de liberdade:

$$Y_{ijk} = m + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$$

Em que:

$Y_{ijk}$ : representa o  $i$  – ésimo genótipo, no  $j$  – ésimo ambiente e o  $k$  – ésimo bloco;

$m$ : média geral do ensaio;

$G_i$ : efeito do  $i$  – ésimo genótipo;

$A_j$ : efeito do  $j$  – ésimo ambiente;

$GA_{ij}$ : efeito da interação do  $i$  – ésimo genótipo com o  $j$  – ésimo ambiente;

$E_{ijk}$ : efeito o erro experimental.

### 3.6 CÁLCULO DO PARÂMETRO $P_i$

Com os resultados, pode-se posteriormente realizar a análise de adaptabilidade e estabilidade baseada em estatística não-paramétrica de Lin e Binns (1988) caracterizada pela fórmula abaixo:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Em que:

$P_i$ : estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar  $i$ ;

$X_{ij}$ : produtividade do  $i$ -ésimo cultivar no  $j$ -ésimo local;

$M_j$ : resposta máxima observada entre todos os cultivares no local  $j$ ;

$n$ : número de locais.

Posteriormente a estimativa  $P_i$  foi decomposta conforme Carneiro, (1998); na qual utiliza-se os índices ambientais positivos incluindo o valor zero para estimar-se o  $P_{if}$ , e da mesma forma, mas com os índices ambientais negativos, estima-se o  $P_{id}$ , conforme apresentados respectivamente nas fórmulas abaixo:

$$P_{if} = \frac{\sum_{j=1}^f (X_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

Onde:

$P_{if}$ : estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar  $i$  somente em ambientes favoráveis;

$f$ : número de ambientes favoráveis;

$X_{ij}$  e  $M_j$  respectivamente: produtividade do  $i$ -ésimo cultivar no  $j$ -ésimo local; e resposta máxima observada entre todos os cultivares no local  $j$ .

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (X_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

Onde:

$P_{id}$ : estimativa da adaptabilidade e estabilidade do cultivar  $i$  somente em ambientes desfavoráveis;

$d$ : número de ambientes desfavoráveis;

$X_{ij}$  e  $M_j$ : respectivamente: produtividade do  $i$ -ésimo cultivar no  $j$ -ésimo local; e resposta máxima observada entre todos os cultivares no local  $j$ .

### 3.7 ESTUDO DAS CORRELAÇÕES

Com os resultados obtidos, foram feitas análises de correlações, utilizando-se os ciclos da cana-de-açúcar como variáveis para ser feita a análise de correlação genética. Realizaram-se análises individuais das variáveis cana-planta, soca e ressoca (ANEXO 3) para a obtenção dos quadrados médios e, para a obtenção dos produtos médios (ANEXO 4), para obter a correlação fenotípica conforme apresentada na fórmula abaixo:

$$r_f = \frac{PMT_{xy}}{\sqrt{QMT_x QMT_y}}$$

Onde:

$r_f$  = correlação fenotípica;

$PMT_{xy}$  = produto médio dos tratamentos;

$QMT_{xy}$  = quadrado médio do tratamento

Posteriormente adotaram-se as variáveis TCH, TPH, POL como aleatórias para realizar a análise de correlação parcial. Esse tipo de análise visa a correlação entre duas variáveis sem a interferência da terceira variável. Essa análise é obtida pela determinação de duas matrizes (ANEXO 5) para posteriormente obter a correlação entre as variáveis  $i$  e  $j$  pela fórmula abaixo:

$$r_{ij.m} = \frac{-c_{ij}}{\sqrt{c_{ii} c_{jj}}}$$

Onde o  $m$  representa o conjunto de dados cuja influência na correlação  $i$  e  $j$  foi removida.

Com relação as análises de correlações nos ambientes, foram tomados os dados de produtividade em todos os ciclos da cultura, para cada genótipo no mesmo ambiente, formando-se assim a *Matriz 1*, e correlacionando-os com a produtividade dos mesmos genótipos em outro ambiente daquele utilizado para a *Matriz 1*, obtendo a *Matriz 2*, onde:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

Sendo x e y respectivamente as médias da amostra *Matriz 1* e *Matriz 2*.

A última análise realizada foi a de regressão linear. A qual requisitou os valores do parâmetro, anteriormente obtido,  $P_i$  dos clones mais bem colocados em cana-planta, soca e ressoca (ciclos da cultura). Verificando-se como é a relação entre os melhores colocados em cada ciclo. Foi utilizada a seguinte fórmula para a obtenção da equação da reta:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon$$

Equação da qual pode-se determinar os parâmetros mostrados no Anexo 6.

Todas as análises foram feitas usando o programa estatístico GENES da Universidade Federal de Viçosa (UFV) na sua versão 2005 (CRUZ, 2001), exceto a correlação entre ambientes, a qual foi realizada pelo programa Excel<sup>®</sup>, versão 2003, da Microsoft<sup>®</sup>, utilizando o comando “=CORREL(Matriz1;Matriz2)”.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 SÉRIE RB95

#### 4.1.1 Parâmetros genéticos

Conforme pode ser observado na Tabela 4, nota-se que a herdabilidade geral na média dos 3 anos para o caráter TPH foi 70% o que sugere ser um bom caráter para ser usado pelos programas de melhoramento genético para futuras seleções de clones e também pelo fato de que esse caráter mantenha-se com esses valores nas próximas safras, resultados esses obtidos por Landell *et al.*, (1999). Os coeficientes de variação do erro e genético foram na média de 3 anos 15,63% e 9,10% respectivamente sugerindo que a nível de campo, o experimento ficou estável e de boa confiabilidade estando abaixo dos 20% como sugerido por Gomes (1963).

TABELA 4 – PARÂMETROS GENÉTICOS OBTIDOS PELA ANÁLISE CONJUNTA DOS 11 AMBIENTES EM CANA-PLANTA, SOCA, RESSOCA E DE 33 AMBIENTES EM 3 ANOS. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007.

	Planta	Soca	Ressoca	3 anos
$\bar{X}$ (TPH)	15,80	14,35	11,82	14,00
<b>CVe (%)</b>	14,76	15,93	17,31	15,63
<b>CVg (%)</b>	9,74	9,87	9,40	9,10
$\sigma_e^2$	5,43	5,23	4,19	4,79
$\sigma_{ga}^2$	5,16	3,89	1,27	3,65
$h^2$ média (%)	74,64	65,14	70,22	70,00

Outro fator importante para baixa magnitude do coeficiente de variação genética, (RESENDE, 2002) é que se ele é baixo então sugere que a seleção seja restrita, o que corrobora com Paiva *et al.*,(2002) onde afirmam que para obter sucesso no melhoramento de uma espécie deve haver variabilidade genética, a qual é influenciada pelo método de seleção adotado, correlações genéticas e fenotípicas entre as variáveis, o tipo de ação gênica envolvida e a precisão experimental.

Em relação ao TPH (TABELA 4) houve com o passar dos anos uma diminuição da cana planta para cana ressoca, finalizando com média de 14 TPH, média essa relativamente alta se comparada com Unidades Produtoras dentro do Estado do Paraná que está em cerca de 12 TPH (ALCOPAR, 2007).

Em alguns momentos detectou-se herdabilidade zero em um ambiente em 2003/2004 e 2004/2005, e em outro ambiente em 2005/2006; sugerindo que esses resultados foram explicados devido aos efeitos dos ambientes (ANEXOS 7, 8 e 9).

#### 4.1.2 Cálculo do parâmetro $P_i$

Os dados nos Anexos 1 e 12 demonstram que existem diferenças significativas entre os genótipos em cada ambiente, entre os genótipos conjuntamente e entre os ambientes; então pode-se pressupor que existam clones específicos para ambientes específicos, assim como encontrado por Ulivarri e Kening (1967); Rea e Souza Vieira (2002) e Melo *et al.*, (2006).

Com a adaptabilidade e estabilidade fenotípica calculadas através do parâmetro  $P_i$  consegue-se verificar que entre os clones testados, o genótipo RB925211 é o mais adaptado e estável, pelo baixo valor de  $P_i$ , em 33 ambientes no Estado do Paraná, (TABELA 5) seguido dos clones RB946903 e RB956911, com aumentos respectivos de produtividade de 11,54; 9,19 e 1,95% em relação ao melhor padrão que é a variedade RB855156.

Observa-se nas Figuras\* 1, 2 e 3 uma regressão entre os parâmetros  $P_i$ 's gerais obtidos nos ciclos de cana planta, soca e ressoca.

Na relação do  $P_i$  geral de cana planta x  $P_i$  geral cana soca (FIGURA 1) apesar do coeficiente de regressão ser baixo ( $R^2 = 33,77\%$ ) observa-se que os clones RB925211, RB946903 e RB956911 apresentam valores baixos sugerindo boa adaptabilidade e estabilidade nesses 2 ciclos.

---

\* Os números de 1 a 20 encontrados nas Figuras 1, 2 e 3 são os respectivos genótipos listados na Tabela 2.

TABELA 5 – COLOCAÇÃO BASEADA PELO VALOR DE  $P_i$  DOS MELHORES CLONES, EM 33 AMBIENTES BEM COMO SUAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS E O GANHO DAS MESMAS EM RELAÇÃO AO MELHOR PADRÃO COLOCADO. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007.

Posição	Genótipo	Média (TPH)	$P_i$ Geral	Ganho <sup>1</sup> (%)
1	RB925211	16,63	4,33	11,54
2	RB946903	16,28	5,15	9,19
3	RB956911	15,20	8,90	1,95
4	RB946905	14,59	11,20	-2,15
5	RB945961	14,94	11,24	0,20
6	RB945950	14,66	12,48	-1,68
7	RB955970	14,36	13,19	-3,69
8	RB855156*	14,91	13,27	0,00
9	RB925345	14,48	14,20	-2,88
10	RB855453*	14,04	14,60	-5,84
11	RB935907	14,01	16,01	-6,04
12	RB945964	14,36	16,03	-3,69
13	RB955971	13,48	17,87	-9,59
14	RB945953	13,61	18,73	-8,72
15	RB935945	13,38	21,27	-10,26
16	RB955987	12,80	22,96	-14,15
17	RB946900	12,34	25,51	-17,24
18	RB955978	12,38	27,46	-16,97
19	RB956913	11,81	30,63	-20,79
20	RB955996	11,77	30,65	-21,06

\* Padrões.

<sup>1</sup> Ganho percentual de TPH em relação à média do melhor padrão colocado.

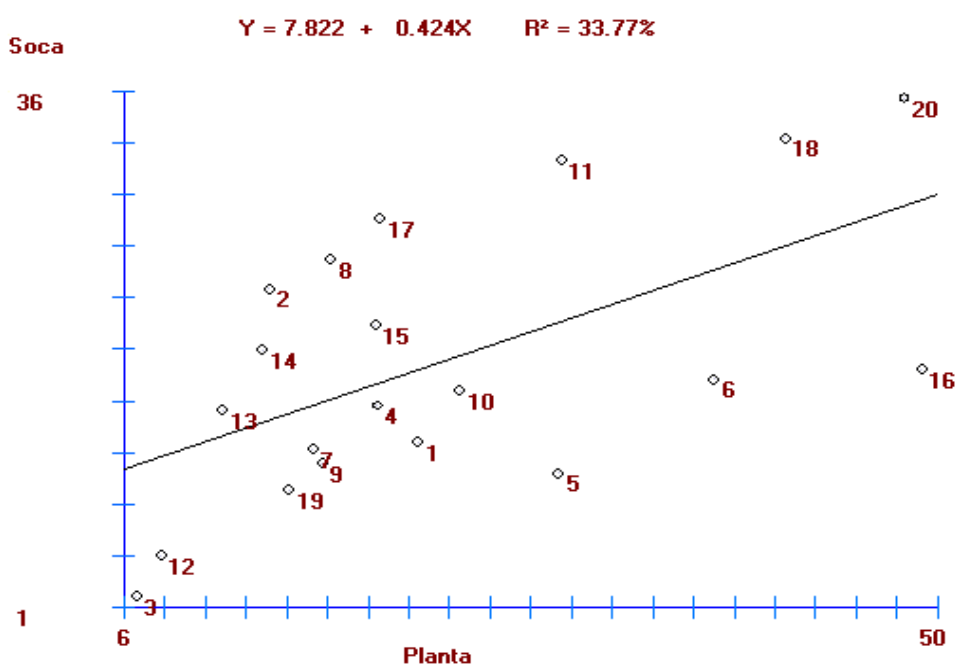


FIGURA 1 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-PLANTA X CANA SOCA, COM OS VALORES DE  $P_i$  GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB95. TPH. PARANÁ. 2007.

O coeficiente de regressão da relação *Pi* geral cana planta x *Pi* geral cana ressoca mesmo sendo  $R^2 = 29,53\%$ , ainda mantém os clones anteriormente citados com *Pi*'s gerais baixo (FIGURA 2).

Esses valores dos coeficientes de regressão apresentados nas Figuras 1 e 2 indicam a presença de interação genótipo x ambiente, sugerindo que possa haver genótipos recomendados para cana planta e que não seriam em cana soca.

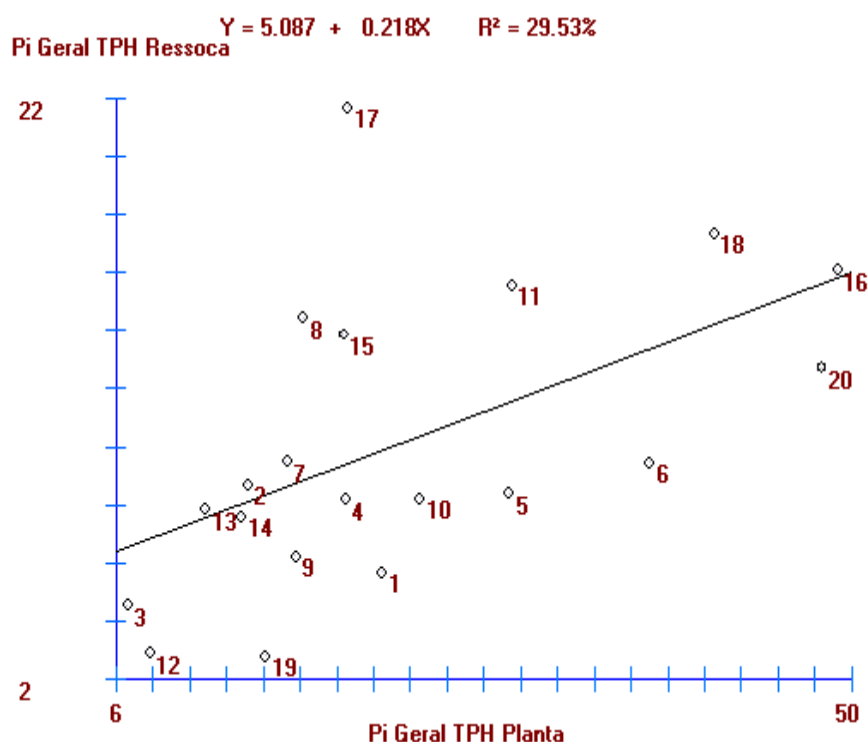


FIGURA 2 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-PLANTA X CANA RESSOCA, COM OS VALORES DE *Pi* GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB95. TPH. PARANÁ. 2007.

Na Figura 3, tem-se a relação *Pi* geral cana soca x *Pi* geral cana ressoca com o coeficiente de regressão de maior magnitude ( $R^2 = 63,17\%$ ) identificando ainda os clones RB925211, RB946903 e RB956911 como sendo os mais adaptáveis e estáveis. Esse valor do coeficiente de regressão indica que os clones recomendados em cana soca sejam também recomendados para cana ressoca. Provavelmente para os próximos cortes esse coeficiente de determinação tenda a aumentar.

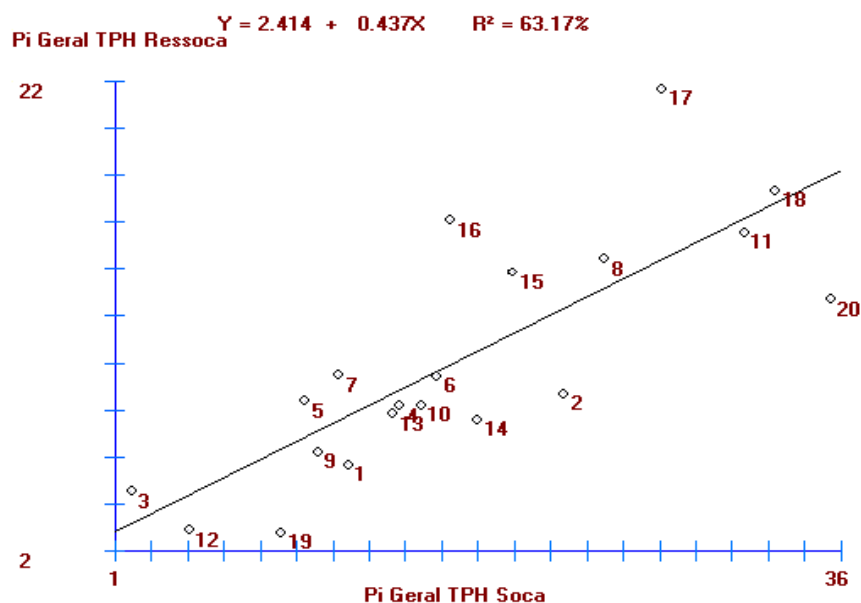


FIGURA 3 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-SOCA X CANA RESSOCA, COM OS VALORES DE  $P_i$  GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB95. TPH. PARANÁ. 2007.

Verifica-se na Figura 4 como foi a *performance* fenotípica do clone RB925211; podendo-se observar que esse clone esteve abaixo da média geral em três ambientes e em seis ambientes obteve a produtividade máxima; outro detalhe importante é que sempre que as condições ambientais melhoravam esse genótipo respondia diretamente à essa condição.

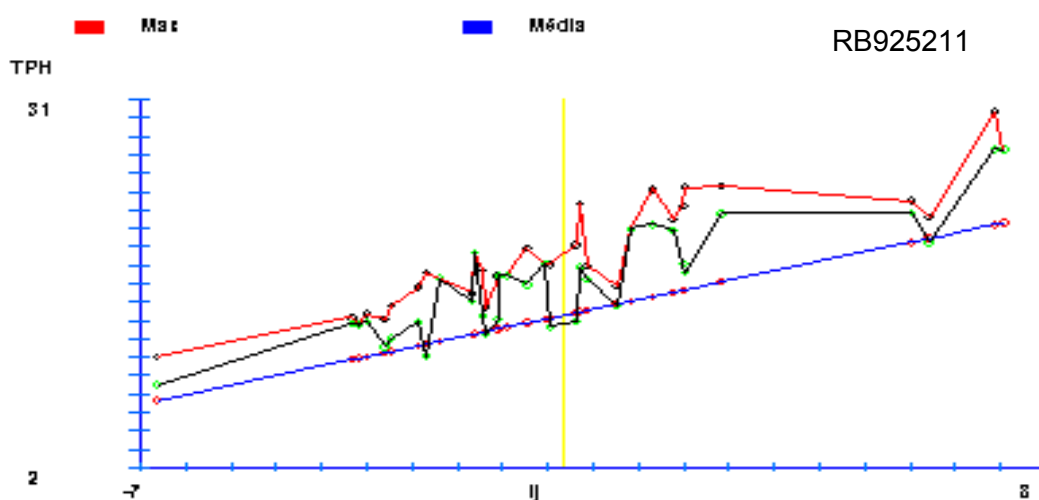


FIGURA 4 – PERFORMANCE FENOTÍPICA DO CLONE RB925211 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007.

Para o genótipo RB946903 obteve em três posições inferiores à média geral e em seis ambientes foi responsável pelos valores máximos de produtividade (FIGURA 5).

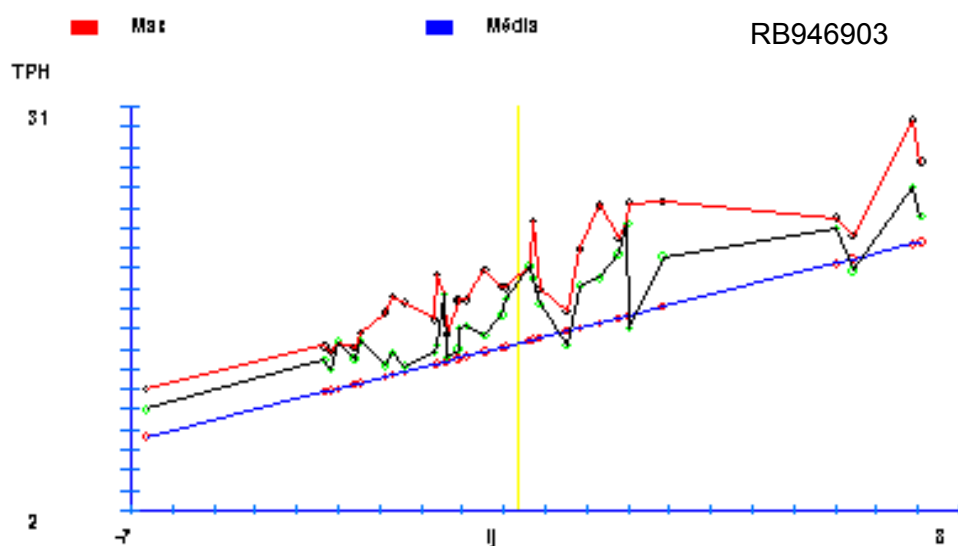


FIGURA 5 – PERFORMANCE FENOTÍPICA DO CLONE RB946903 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007.

O clone RB956911 (FIGURA 6) ficou abaixo da média geral em nove ambientes e alcançou os valores máximos de produtividade em dois ambientes

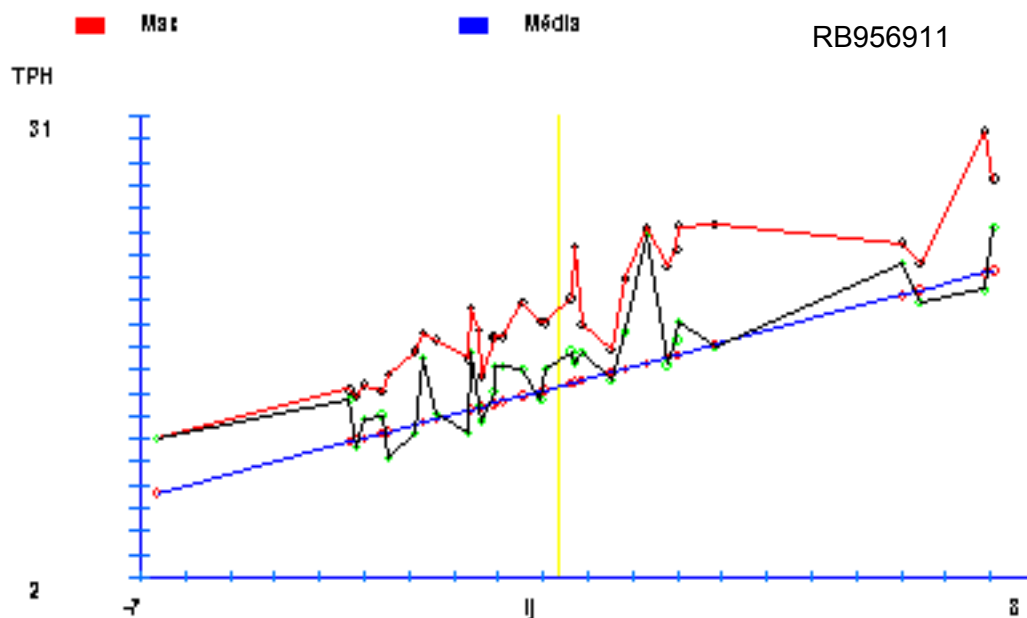


FIGURA 6 – PERFORMANCE FENOTÍPICA DO CLONE RB956911 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007.

O inverso dessas condições descritas anteriormente, ocorreu para o genótipo RB955996, onde em quatro ambientes ficou acima da média geral e

em quatro ambientes atingiu a média geral; esse clone nunca obteve o valor máximo em nenhum ambiente mesmo respondendo diretamente a melhoria dos ambientes (FIGURA 7).

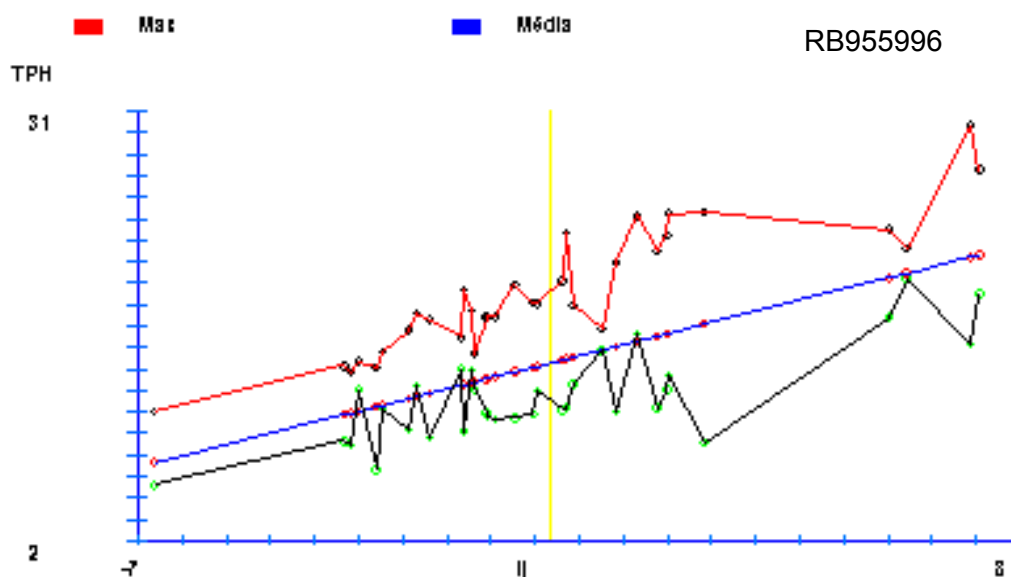


FIGURA 7 – PERFORMANCE FENOTÍPICA DO CLONE RB955996 EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007.

Verifica-se na Figura 8, a *performance* fenotípica, dada pelo valor  $P_i$  geral de cada clone oriundo de 33 ambientes para o caráter TPH, sendo que quanto menor o  $P_i$ ; mais adaptado e estável será o clone, e o contrário também é verdadeiro, ou seja, quanto maior for esse parâmetro, pior será sua *performance* nos respectivos ambientes.

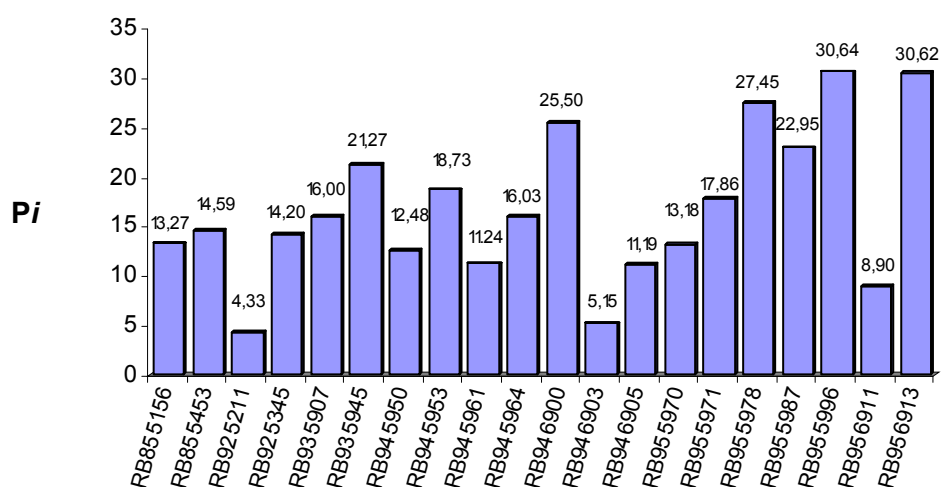


FIGURA 8 – MEDIDAS DE  $P_i$  GERAL PARA TODOS OS CLONES EM 33 AMBIENTES. TPH. RB95. PARANÁ. 2007.

O programa GENES calcula o índice ambiental baseado pela metodologia de Lin e Binns (1988), classificando os ambientes em favorável ou desfavorável para a variável estudada (TABELA 6). Vale ressaltar que essa classificação é baseada na produtividade do ambiente; não sendo considerados fatores como: índice pluviométrico, tipo de solo, tipo de relevo, tecnologia aplicada, entre outras; as quais em conjunto com o conhecimento agrônomo pode-se classificar com maior precisão se é favorável ou desfavorável para aquela variedade.

TABELA 6 – COLOCAÇÃO BASEADA PELO ÍNDICE AMBIENTAL PARA 11 LOCAIS, POR ANO, DA SÉRIE RB95. TPH. PARANÁ. 2007.

AMBIENTES	ANO	CLASS <sup>1</sup>	ANO	CLASS <sup>1</sup>	ANO	CLASS <sup>1</sup>
São Tomé	2004	D	2005	D	2006	F
Rondon	2004	D	2005	D	2006	D
Jandaia do Sul	2004	D	2005	F	2006	F
Nova Londrina	2004	F	2005	F	2006	D
Ibaiti	2004	D	2005	D	2006	D
Bandeirantes	2004	F	2005	F	2006	F
Jussara	2004	D	2005	D	2006	D
Mandaguaçu	2004	F	2005	F	2006	F
Cidade Gaúcha	2004	F	2005	F	2006	D
Paranavaí	2004	D	2005	F	2006	F
São Pedro do Ivaí	2004	F	2005	D	2006	F

<sup>1</sup> Classificação

F = favorável; D = desfavorável

Quando um ambiente é classificado como desfavorável não quer dizer que o mesmo seja impróprio para o cultivo da cana-de-açúcar. Na verdade apenas obteve índice negativo baseado na sua produtividade, inferindo-se então que existam ambientes com índices ambientais positivos possuindo produtividades superiores, podendo em ambos ambientes, favoráveis ou desfavoráveis cultivar cana-de-açúcar.

Pode-se observar na Tabela 6 que independente dos anos, detectou-se metade dos ambientes sendo favoráveis e a outra metade como desfavoráveis.

Nesse trabalho só foi considerada a classificação dada pela metodologia Lin e Binns (1988) programa GENES para poder classificar os possíveis clones destinados à um tipo de ambiente, lembrando que essa classificação é uma ferramenta auxiliar para recomendação de genótipos.

Consideram-se ambientes diferentes, pois em cana-planta, soca e ressoça, possuem fatores de produção diferentes, variando com o ano agrícola, podendo haver possíveis interações genótipo x ambiente diferentes de ano para



ano (CALHEIROS, 1981; FUKUDA e BUENO, 1985; COLETTI, 1996; ZAMBON, 2000). Fatores climáticos combinados com os diferentes tipos de solos existentes no Estado e outros, como incidência de doenças, pragas e nematóides; fazem com que cada região seja ambiente único; podendo ser favorável ou desfavorável para o material genético em questão.

Na Tabela 7 tem-se a classificação dos clones pela metodologia de Lin e Binns (1988) e pela metodologia alternativa proposta por Carneiro (1998), destinando os clones para ambientes favoráveis e desfavoráveis.

TABELA 7 – COLOCAÇÃO BASEADA PELO PARÂMETRO  $P_i$  GERAL E PELA DECOMPOSIÇÃO BASEADA EM CARNEIRO (1998) EM  $P_i$  FAVORÁVEL E  $P_i$  DESFAVORÁVEL. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007.

Ranking	Genótipo	$P_i$ Geral	Genótipo	$P_i$ Favor.	Genótipo	$P_i$ Desfavor.
1	RB925211	4,33	RB925211	5,62	RB925211	3,38
2	RB946903	5,15	RB946903	7,21	RB946903	3,64
3	RB956911	8,90	RB956911	12,99	RB855156*	4,72
4	RB946905	11,20	RB946905	13,66	RB956911	5,89
5	RB945961	11,24	RB945961	13,66	RB945964	6,97
6	RB945950	12,48	RB945950	18,55	RB945950	8,01
7	RB955970	13,19	RB955970	19,36	RB955970	8,64
8	RB855156*	13,27	RB855453*	19,53	RB935907	8,75
9	RB925345	14,20	RB925345	21,07	RB925345	9,14
10	RB855453*	14,60	RB955971	24,35	RB946905	9,38
11	RB935907	16,01	RB955987	24,52	RB945961	9,46
12	RB945964	16,03	RB855156*	24,88	RB935945	10,85
13	RB955971	17,87	RB945953	25,62	RB855453*	10,96
14	RB945953	18,73	RB935907	25,85	RB955971	13,09
15	RB935945	21,27	RB945964	28,33	RB945953	13,66
16	RB955987	22,96	RB946900	29,85	RB956913	14,95
17	RB946900	25,51	RB935945	35,41	RB955978	18,16
18	RB955978	27,46	RB955978	40,08	RB955996	18,39
19	RB956913	30,63	RB955996	47,28	RB955987	21,81
20	RB955996	30,65	RB956913	51,91	RB946900	22,30

(\*) Padrão

Os clones RB925211, RB946903 e RB956911 obtiveram, respectivamente os menores  $P_i$ s gerais e os menores  $P_i$ s para ambientes favoráveis, portanto são os clones mais adaptados e estáveis para essas condições.

Ainda na Tabela 7, têm-se alguns clones que são mais específicos para um tipo de ambiente do que para outro; o clone RB946905 ficou em quarto lugar para os ambientes de forma geral e favoráveis, mas em ambientes desfavoráveis o mesmo obteve uma colocação mediana, ficando em décimo

lugar. Outro exemplo é o padrão RB855156 o qual é recomendado para ambientes desfavoráveis pois obteve um  $P_i$  menor nessa situação do que em ambientes favoráveis, onde o padrão RB855453 foi a variedade mais bem colocada. Nesse caso da RB855156 uma possível explicação é que essa variedade tenha sido penalizada em seus valores pela presença de uma dificuldade de brotação, ou seja, em cana planta ela ficaria com valores abaixo da média dos outros clones e nos ciclos seguintes essa variedade consiga se recuperar a obter valores, nesse caso, acima da média.

#### 4.1.3 Correlações de ambiente, ciclos e variáveis

No Anexo 14 pode-se verificar que existem ambientes com média correlação, sugerindo que nas próximas instalações de experimentos para as novas séries RB não haja necessidade de ser feito o mesmo trabalho em todos esses locais, pois há uma grande probabilidade dos resultados obtidos serem próximos.

Houve também a situação contrária onde os coeficientes foram nulos ou negativos, em que seria interessante fazer a instalação de experimentos nesses ambientes devido a sua baixa correlação.

Com relação as variáveis TPH, TCH e POL em uma análise de correlação parcial obteve-se os resultados observados na Tabela 8. Pode-se verificar que a correlação entre TPH e TCH ( $r = 0,92$ ) é significativa, isso é importante pois poderemos escolher uma dessas variáveis para a avaliação, resultados esses obtidos também por Oliveira *et al.*, (2006); e Zeni Neto *et al.*, (2006).

TABELA 8 – CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE AS VARIÁVEIS TCH, TPH E POL NO EXPERIMENTO EM 33 AMBIENTES. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007.

Variáveis	r simples	r parcial	t	Significância (%)
TCH x TPH	0,92	0,9987	34, 04 **	0,0044
TCH x POL	0,31	- 0,9922	- 13,80 **	0,0527
TPH x POL	0,65	0,9951	17, 39 **	0,0259

\*, \*\*: Significativo a 5 e 1% respectivamente, pelo teste  $t$ .

A análise dos ciclos da planta como tratamentos; (TABELA 9) mostra a correlação fenotípica alta entre cana soca e cana ressoca, (MARIOTTI *et al.*,

1977). Portanto pôde-se conduzir esse experimento por três anos e dar por encerrado nesse período, pois os valores fenotípicos encontrados em cana soca são muito parecidos com os encontrados em cana ressoca. Caso mantivesse o experimento por mais uma safra, provavelmente o valor da correlação fenotípica seria acima de 0,83 fazendo com que não houvesse diferença significativa nos resultados encontrados.

TABELA 9 – CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE OS CICLOS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM 33 AMBIENTES. TPH. SÉRIE RB95. PARANÁ. 2007.

Variáveis	r fenotípica	prob (t)	r (5%)	r (1%)
Planta x Soca	0,63	0,0031 **	0,39	0,52 ++
Planta x Ressoca	0,62	0,0033 **	0,40	0,54 ++
Soca x Ressoca	0,83	0,00 **	0,40	0,54 ++

\*, \*\*: Significativo a 5 e 1% respectivamente, pelo teste *t*.

+, ++. Significativo a 5 e 1% respectivamente, pelo método de bootstrap com 5000 simulações.

## 4.2 SÉRIE RB96

### 4.2.1 Parâmetros genéticos

O parâmetro herdabilidade foi da ordem de 59,40% na média dos 2 anos do experimento (TABELA 10). Esse resultado demonstra que TPH possui herdabilidade de média à alta magnitude, podendo ser então a variável usada como critério na seleção dos melhores clones; esse parâmetro continua de alta magnitude se compará-la em cada ambiente, (ANEXOS 10 e 11); onde são encontrados valores acima de 59,40%, valores esses concordantes com Landell *et al.*, (1999) e Melo (2006).

TABELA 10 – PARÂMETROS GENÉTICOS OBTIDOS PELA ANÁLISE CONJUNTA DOS 11 AMBIENTES EM CANA-PLANTA E SOCA, E DE 22 AMBIENTES EM 2 ANOS. TPH. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007.

	Planta	Soca	2 anos
$\bar{X}$ (TPH)	16,58	14,06	15,32
CVe (%)	14,43	15,25	14,83
CVg (%)	4,97	7,94	6,59
$\sigma_e^2$	5,72	4,60	5,15
$\sigma_{ga}^2$	3,48	1,23	2,30
$h^2$ média (%)	55,93	62,86	59,40

Apenas um ambiente no experimento obteve herdabilidade zero; sugerindo que esses dados foram influenciados somente por ação do ambiente, não havendo influência genética no resultado (ANEXO 11).

Na média dos 2 anos do experimento, a produtividade de TPH foi de 15,32; valor esse considerado acima da média dos encontrados nas Unidades Produtoras no Estado do Paraná (ALCOPAR, 2007).

Os níveis aceitáveis para os erros em experimentos a campo, segundo Gomes, (1963) são abaixo de 20%, portanto pode-se dizer que o experimento, tanto em cada ciclo da cana-de-açúcar como conjuntamente, está dentro de limites permitidos sem que haja algum problema na questão de confiabilidade dos dados, pois para cana planta e para cana soca respectivamente gerou-se os valores 14,43% e 15,25% ficando na média dos ciclos em 14,83% (TABELA 10).

Outro fator importante para os programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar é a relação da variância genotípica e ambiental. Segundo Borém, (1998) quanto maior for a variância ambiental mais difícil será a seleção dos materiais promissores portanto; verificam-se nos Anexos 10 e 11 que na maioria dos 22 ambientes houve um maior variância genética do que ambiental.

#### 4.2.2 Cálculo do parâmetro $P_i$

Nas análises, individual e conjunta (ANEXOS 2 e 13 respectivamente) pode-se verificar que há significâncias ( $P < 0,05$  e  $0,01$ ) entre os genótipos em cada ambiente, entre os genótipos de forma conjunta e também entre os ambientes. Esses dados então sugerem que existe variabilidade genética considerável entre os genótipos testados para TPH; o mesmo encontrado por Bressiani (2001 e 2002) e Silva *et al.*, (2002).

A variância genética encontrou-se em ampla faixa nos 22 ambientes (ANEXOS 10 e 11) portanto tem-se uma evidência que existe variabilidade entre os clones estudados, valores esses muito próximos dos obtidos por Melo *et al.*, (2006).

Se mantiver a opção de seleção dos clones somente pela média obtida (TABELA 11), segundo Bernardo (2002), pode-se tomar 3 decisões frente a interação genótipo x ambiente: a) desprezá-la; b) diminuí-la ou c) explorá-la. O primeiro caso acontece exatamente se tomarmos a decisão de seleção baseado só na média geral da *performance* dos clones; ou seja, se fizermos esse tipo de seleção não quer dizer que os clones selecionados necessariamente sejam os clones superiores em cada ambiente, pois estaremos menosprezando o efeito da variância da interação genótipo x ambiente; esse mesmo autor conclui ainda que não é recomendável em momento algum, principalmente para programa de melhoramento genético em seus experimentos de competição de clones, basearem-se nesse tipo de tomada de decisão.

TABELA 11 – COLOCAÇÃO, SEGUNDO O PARÂMETRO  $P_i$ , DOS MELHORES CLONES EM 22 AMBIENTES BEM COMO SUAS PRODUTIVIDADES MÉDIAS E O GANHO DAS MESMAS EM RELAÇÃO AO MELHOR PADRÃO COLOCADO. TPH. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007.

Posição	Genótipo	Média (TPH)	$P_i$ Geral	Ganho <sup>1</sup> (%)
1	RB946903	17,25	3,04	19,52
2	RB966928	16,74	4,73	15,96
3	RB965911	16,60	5,67	15,02
4	RB956911	15,43	8,22	6,92
5	RB925211	16,06	8,93	11,25
6	RB925345	15,78	9,09	9,35
7	RB965902	15,55	9,66	7,74
8	RB945961	15,14	10,50	4,90
9	RB855453*	14,43	13,03	0,00
10	RB855156*	15,08	13,08	4,51
11	RB955970	14,69	13,85	1,81
12	RB966927	13,58	18,75	-5,91
13	RB966925	14,14	18,78	-2,03
14	RB855046	13,96	19,45	-3,30

\* Padrões.

<sup>1</sup> Ganho percentual de TPH em relação à média do melhor padrão colocado.

Então caso opte pelo clone RB966927, por exemplo, baseando-se só pela sua média de TPH, não quer dizer que possa recomendá-lo para futura variedade ou plantio em qualquer tipo de ambiente, pois estarás desconsiderando a interação genótipo x ambiente além de escolher um clone com alto valor de  $P_i$ , não sendo portanto nem adaptável e estável aos presentes ambientes.

Se considerarmos valor de  $Pi$  inferior ao melhor padrão (RB855453) na Tabela 11 e demonstrado em ordem que: oito clones foram melhores, sendo que três clones: RB946903; RB966928 e RB965911, apresentaram valores de ganho de TPH superiores a 10%.

Os valores da análise de regressão  $Pi$  geral com os dados de cana planta e soca na Figura\* 9, apresentam  $R^2 = 71,89\%$  podendo então supor que os clones com melhor adaptabilidade e estabilidade da safra cana planta sejam os mesmos clones da safra de cana soca.

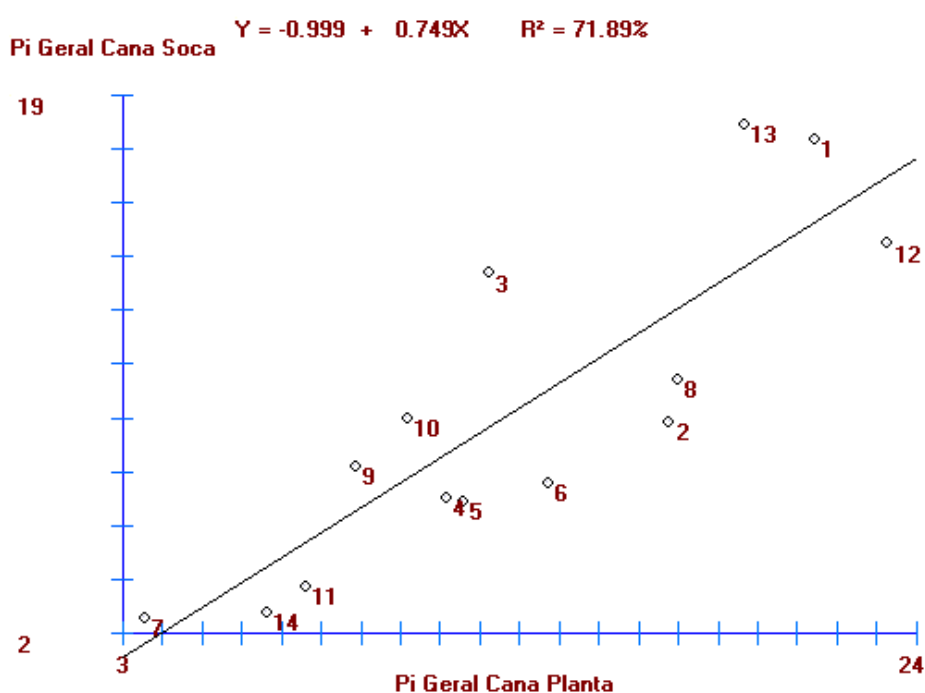


FIGURA 9 – REGRESSÃO LINEAR ENTRE CANA-PLANTA X CANA SOCA, COM OS VALORES DE  $Pi$  GERAL PARA 22 AMBIENTES. RB96. TPH. PARANÁ. 2007.

O clone RB946903 obteve a melhor *performance* como pode ser verificado na Figura 10. Esse clone ficou abaixo da média em um ambiente e obteve o valor máximo de TPH em seis ambientes.

Para o clone RB966928 (FIGURA 11) o mesmo alcançou produtividade máxima em três ambientes e ficou abaixo da média geral em apenas um ambiente.

\* Os números de 1 a 14 encontrados na Figura 9 são os respectivos genótipos listados na Tabela 3

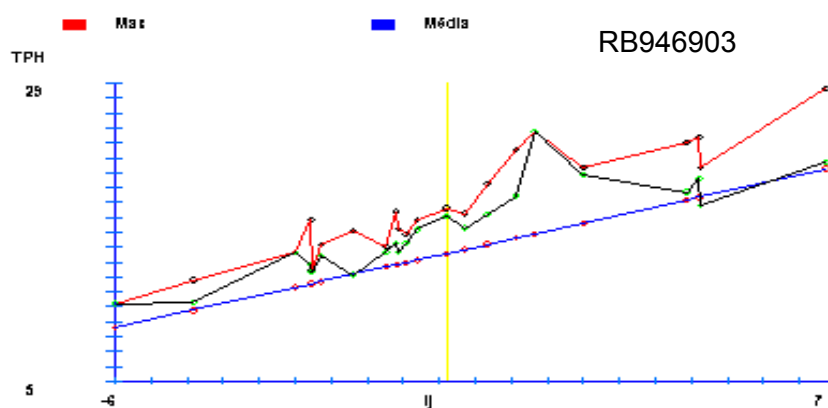


FIGURA 10 – *PERFORMANCE* FENOTÍPICA DO CLONE RB946903 EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007.

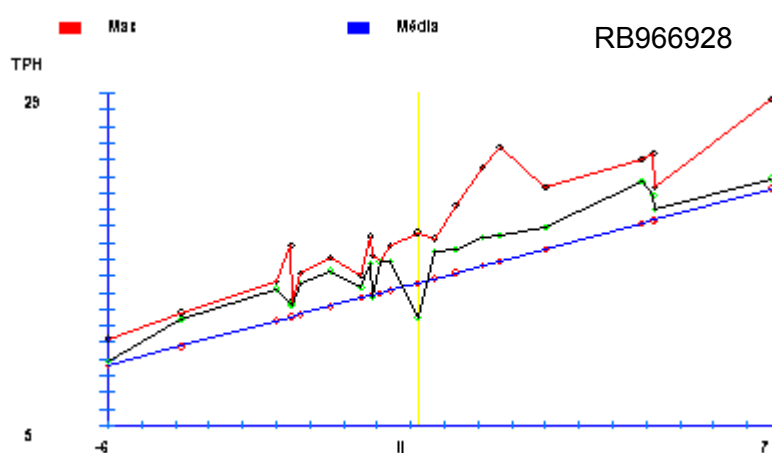


FIGURA 11 – *PERFORMANCE* FENOTÍPICA DO CLONE RB966928 EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007.

Ao observar a Figura 12 referente ao clone RB965911, apresentou *performance* em seis ambientes abaixo da média geral e em cinco ambientes ele foi responsável pela produtividade máxima.

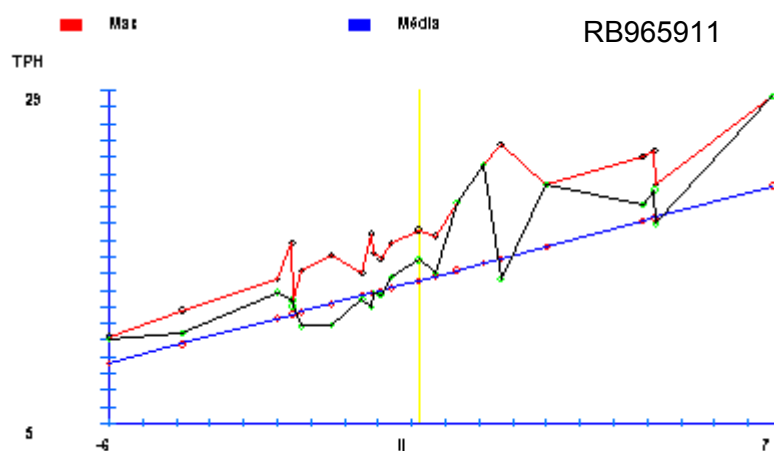


FIGURA 12 – *PERFORMANCE* FENOTÍPICA DO CLONE RB965911 EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007.

Na Figura 13 pode-se observar como foi o parâmetro  $P_i$  na forma geral; isto é; sem separá-lo em ambientes favoráveis ou desfavoráveis, de todos os clones. Indicando que quanto menor for esse parâmetro mais adaptado e estável esse clone estará nas condições médias apresentadas pelos locais de experimentação.

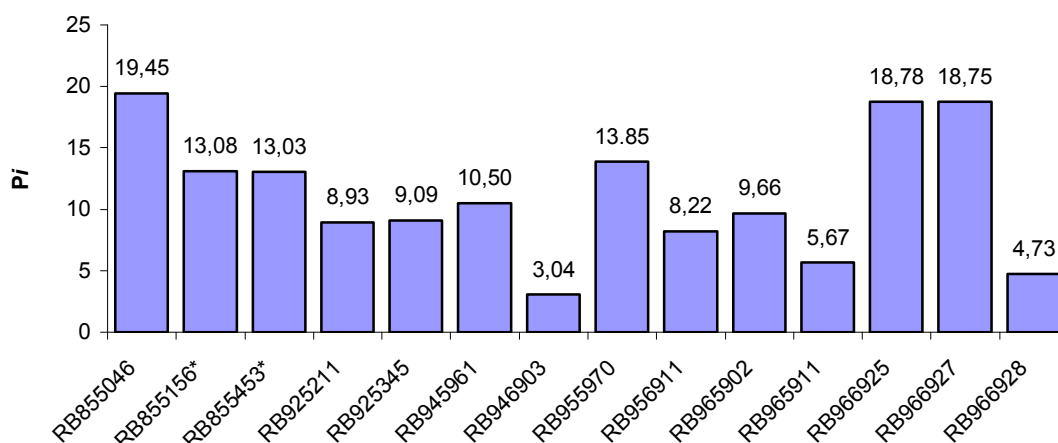


FIGURA 13 – MEDIDAS DE  $P_i$  GERAL PARA TODOS OS CLONES, EM UMA VISÃO GERAL, EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007.

Na Tabela 12 podemos observar quais são os ambientes que foram classificados em favoráveis e desfavoráveis segundo a metodologia de Carneiro (1998) oriunda do programa GENES.

TABELA 12 – COLOCAÇÃO BASEADA PELO ÍNDICE AMBIENTAL PARA 11 AMBIENTES, POR ANO, DA SÉRIE RB96. TPH. PARANÁ. 2007.

AMBIENTES	ANO	CLASS <sup>1</sup>	ANO	CLASS <sup>1</sup>
São Tomé	2004	D	2005	D
Rondon	2004	D	2005	D
Jandaia do Sul	2004	D	2005	F
Nova Londrina	2004	F	2005	F
Ibaiti	2004	D	2005	D
Bandeirantes	2004	F	2005	D
Jussara	2004	F	2005	D
Mandaguaçu	2004	D	2005	F
Cidade Gaúcha	2004	D	2005	F
Paranavaí	2004	F	2005	F
São Pedro do Ivaí	2004	F	2005	F

<sup>1</sup> Classificação

F = favorável; D = desfavorável

Para ambas as séries RB95 e RB96 observaram-se um equilíbrio da *performance* dos clones em relação aos ambientes favoráveis e desfavoráveis nas mesmas localidades. Assim como na série RB95, manteve-se a proporção de metade dos ambientes favoráveis e a outra metade de desfavoráveis.



Na Tabela 13 tem-se a classificação dos clones pela metodologia de Lin e Binns (1988) e pela metodologia alternativa proposta por Carneiro (1998), destinando os clones para ambientes favoráveis e desfavoráveis.

TABELA 13 – COLOCAÇÃO BASEADA PELO PARÂMETRO  $P_i$  GERAL E PELA DECOMPOSIÇÃO BASEADA EM CARNEIRO (1998) EM  $P_i$  FAVORÁVEL E  $P_i$  DESFAVORÁVEL. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007.

Ranking	Genótipo	$P_i$ Geral	Genótipo	$P_i$ Favor.	Genótipo	$P_i$ Desfavor.
1	<b>RB946903</b>	3,04	<b>RB946903</b>	5,17	<b>RB946903</b>	1,57
2	<b>RB966928</b>	4,73	<b>RB965911</b>	7,17	<b>RB966928</b>	2,92
3	<b>RB965911</b>	5,67	<b>RB966928</b>	7,36	<b>RB925211</b>	3,86
4	RB956911	8,22	RB956911	11,43	RB965902	4,52
5	RB925211	8,93	RB925345	13,93	RB965911	4,64
6	RB925345	9,09	RB925211	16,24	RB925345	5,74
7	RB965902	9,66	RB945961	16,46	RB956911	6,01
8	RB945961	10,50	RB965902	17,08	RB945961	6,38
9	RB855453*	13,03	RB855453*	17,79	RB855156*	6,56
10	RB855156*	13,08	RB955970	20,96	RB966925	6,92
11	RB955970	13,85	RB855156*	22,49	RB855046	7,56
12	RB966927	18,75	RB966927	26,44	RB955970	8,93
13	RB966925	18,78	RB966925	35,90	RB855453*	9,74
14	RB855046	19,45	RB855046	36,63	RB966927	13,43

(\*) Padrão

#### 4.2.3 Correlações de ambiente, ciclos e variáveis

Outra sugestão encontrada pelas avaliações é que TPH e TCH estejam alta e significativamente correlacionadas entre si (0,92) e tanto TCH x POL e TPH x POL estão com correlação negativa (TABELA 14) isso demonstra que além de fazer seleção por TPH baseada pela herdabilidade alta, indiretamente os programas de melhoramento ao fazerem seleção por TPH estarão selecionando também o caráter TCH.

TABELA 14 – CORRELAÇÕES PARCIAIS ENTRE AS VARIÁVEIS TCH, TPH E POL NO EXPERIMENTO EM 22 AMBIENTES. TPH. SÉRIE RB96. PARANÁ. 2007.

Variáveis	r simples	r parcial	t	Significância (%)
TCH x TPH	0,92	0,9986	33,03 **	0,0047
TCH x POL	- 1,37	- 0,9891	- 11,63 **	0,0911
TPH x POL	- 0,04	0,9871	10,66 **	0,1208

\*, \*\*: Significativo a 5 e 1% respectivamente, pelo teste t.

Posteriormente foi feito uma análise de correlação fenotípica entre os ciclos da cana-de-açúcar (planta e soca). Na Tabela 15 nota-se que existe correlação fenotípica de alta magnitude (0,80) e extremamente significativa

entre cana planta e cana soca; sugerindo então que com esses dados, possa-se concluir o experimento sem que haja necessidade de prolongá-lo por mais tempo; com isso se reduz questões de ordens: financeira, física e material sem prejudicar o PMGCA. Dados próximos dos obtidos por Ferreira *et al.*, (2005).

TABELA 15 – CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE AS SAFRAS DA CANA-DE-AÇÚCAR EM 22 AMBIENTES. TPH. RB96. PARANÁ. 2007.

Variáveis	r fenotípica	prob (t)	r (5%)	r (1%)
Planta x Soca	0,80	0,0007 **	0,43	0,60 ++

\*, \*\*: Significativo a 5 e 1% respectivamente, pelo teste *t*.

+, ++. Significativo a 5 e 1% respectivamente, pelo método de bootstrap com 5000 simulações.

Outro fato importante para os programas de melhoramento genético é a correlação entre ambientes.

Pelo Anexo 15 pode-se acompanhar os dados de correlação entre as produtividades dos 22 ambientes. Tiveram alguns coeficientes de correlação acima de 0,60; e isso sugere que esses ambientes sejam muito próximos quando se trata de interação genótipo x ambiente.

Isso quer dizer que nas próximas seleções de novas séries RB possa-se implantar o experimento em um número reduzido de ambientes ou pode-se ter critérios para melhor escolha dos ambientes Houve também ambientes com correlação negativa ou nula (ANEXO 15) sendo interessante exatamente o contrário; no ambiente em que for implantar o experimento, faça o mesmo noutro ambiente.

## 5 CONCLUSÕES

- O estudo das correlações entre ambientes, correlação entre as variáveis TCH, TPH e POL; e correlação entre as safras da cultura, podem facilitar as conduções de futuros experimentos dos programas de melhoramento;
- Essa metodologia para obtenção de um clone superior para se tornar futura variedade condiz com os resultados encontrados no cotidiano das Unidades Produtoras, pois o clone RB925211 durante o desenvolvimento desta obra tornou-se variedade; podendo agora ser utilizada como padrão em outros experimentos;
- Os melhores clones da série RB95, visando adaptabilidade e estabilidade foram: RB925211; RB946903 e RB956911 assim como os da série RB96 sendo: RB946903; RB966928; RB965911. Sendo portanto os mais indicados e se tornarem novas variedades RB.
- A metodologia de Lin e Binns (1988) é de grande ajuda para os programas de melhoramento genético pela sua fácil interpretação e objetividade dos resultados; podendo assim, ser utilizada com maior frequência nos futuros experimentos.
- A Tonelada de POL por hectare (TPH) é uma variável estratégica para melhorar a praticidade de algumas atividades do programa de melhoramento genético da cana de açúcar, pela sua correlação com outras variáveis comumente usadas nos experimentos do PMGCA/UFPR/RIDESA. Sendo portanto indicada para os próximos experimentos como critério de seleção.
- A separação em ambientes favoráveis e desfavoráveis proposta por Carneiro (1998), mostrou-se eficaz permitindo melhor seleção dos clones dentro desses ambientes (favoráveis e desfavoráveis).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise conjunta de ambientes é uma estratégia extremamente eficaz para verificar se há ou não diferenças significativas entre os ambientes e os genótipos. A interpretação de Bernardo (2002) sobre as interações genótipo x ambiente, devem ser usadas sempre quando houver alguma suposta decisão baseada somente na melhor média afim de não comprometer o experimento.

Essa obra baseia-se em dados estatísticos e estimativas biométricas, não levando em consideração os atributos físicos e químicos do solo como densidade, acidez, entre outras, nem o tipo do mesmo, e essa desconsideração pode influenciar especificamente nos resultados obtidos.

Os programas estatísticos também não levam em conta as variações de temperatura, regime hídrico, radiação solar, umidade relativa entre outras que podem influenciar diretamente na produtividade, portanto, os anos que foram realizados os experimentos possivelmente tenham momentos atípicos ou específicos para os próximos, encontrando-se então algumas decisões baseadas somente nas condições onde foram realizados os experimentos.

Os dados de seleção dos melhores clones devem ser analisados conjuntamente com conhecimentos agronômicos para ter uma decisão mais fundamentada na substituição de uma variedade ou clone de cana-de-açúcar. Um exemplo disso é o clone RB946905 o qual ficou entre os melhores colocados, mas foram descartadas características do mesmo como: tombamento, enraizamento aéreo, susceptibilidade a ferrugem e a carvão. Portanto, a metodologia estudada é uma ferramenta indispensável para o PMGCA/UFPR/RIDESA, mas não pode ser usada de forma isolada; provavelmente pelas características citadas anteriormente desse clone, o mesmo não deverá ser liberado como variedade.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALCOPAR – Associação de Produtores de Álcool e Açúcar do Estado do Paraná. Acessado em 12/08/2007 às 17 h em <www.alcopar.org.br>. Paraná. 2007.
- ALFONSI, R. R.; PEDRO JR, M. J.; BRUNINI, O. e BARBIERI, V. Condições Climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. Coord. **Cana-de-açúcar. Cultivo e Utilização**. Campinas, Fund. Cargill, v 1, p. 73 – 55. 1987.
- ALLARD, R. W. **Principles of plant breeding**. New York, John Wiley. 485p. 1960.
- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**. v. 4. p. 503 – 508, 1964.
- ARIZONO, H. **Métodos e critérios de seleção adotados na obtenção das variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) RB835089 e RB835486**. ESALQ –USP. Dissertação de Mestrado. 106p. 1994.
- BARBOSA, G. V. S.; BARRETO, E. J.; SILVA, W. C. M.; SILVA, G. E. G.; SOUSA, A. J. R. Adaptabilidade e estabilidade de produção de clones RB de cana-de-açúcar da série 92 e 93 em Alagoas. In: 8º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. Pernambuco. **Anais**. p. 387 – 392. 2002.
- BASSINELLO, A. I. **Interações de genótipos x ambientes em cana-de-açúcar**. Tese de Mestrado. Piracicaba. ESALQ. 110p. 1984
- BASSINELLO, A. I., MATSUOKA, S., MENDES A. C. **Variedades de cana-de-açúcar para o Estado de São Paulo**. Araras, IAA/PLANALSUCAR.COSUL. Boletim técnico n. 3, 18p. 1976.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Stemma Press: Woodbury Minnesota, 369p. 2002.
- BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora UFV. (Ed). 453p. 1998.

BOTREL, M. de A.; LÉDO, F. J. da S.; EVANGELISTA, A. R.; VIANA, M. C. M. V.; PEREIRA, A. V.; SOUZA SOBRINHO, F. de; OLIVEIRA, J. S. e; XAVIER, D. F.; HEINEMANN, A. B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa avaliadas em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**. UFLA. Editora UFLA. v. 29. n. 2. p. 409 – 414. Lavras – MG. 2005.

BRAGA JR, R. L. C. e SORDI, R. A. Evolução das Áreas Cultivadas com Variedades SP de Cana-de-açúcar nos Últimos Cinco Anos. In: 6º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. Maceió – AL. **Anais**. p. 230 – 237. Nov./1996.

BRESSIANI, J. A. Interação entre famílias de cana-de-açúcar e locais: efeito na resposta esperada com a seleção. **Bragantia**, Campinas. v. 61, n.1. p. 01 – 10. 2002.

BRESSIANI, J. A. **Seleção seqüencial em cana-de-açúcar**. Tese (Doutorado). ESALQ – Piracicaba, 104p. 2001.

BREWBAKER, J. L. **Genética na agricultura**. São Paulo: Polígono e Editora da Universidade de São Paulo, 224p. 1969.

CALHEIROS, G. G. Análise da adaptabilidade das variedades Padrões do Programa de Melhoramento da Cana-de-açúcar em Alagoas In: 2º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. Rio de Janeiro. **Anais**. 1981.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 168f. Tese de Doutorado – universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1998.

CESNIK, R.; e MIOCQUE J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília – DF. 307p. 2004.

COLETTI, J. T. Por que a Produtividade Agrícola Oscila Entre Safras? **STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos**. Piracicaba – SP. v.15. n. 2. 13p. 1996.

COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. ed. 2. New York, John Wiley and Sons, 611p. 1957.

CONAB – COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acessado em 16/08/2007 ÀS 15 h <www.conab.gov.br>. 2007.

CÔRREA, L. V. T.; MENDES, A. N. G.; BARTHOLO, G. F. Comportamento de progênies de cafeeiro Icatu. **Ciência e Agrotecnologia**. UFLA. Editora UFLA. v. 30. n. 4. p. 618 – 622. Lavras – MG. 2006.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 1. ed. 3. Viçosa, UFV. 480p. 2004.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v 2. Viçosa, UFV. 585p. 2003.

CRUZ, C. D. Programa GENES – versão Windows. versão 2005.0.0. Editora UFV. Viçosa – MG. 642p. 2001.

DANIELS, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and Evolution. In: HEINZ, D. J., **Sugarcane improvement through breeding**. Elsevier, Amsterdam. p. 7 – 84. 1987.

DAROS, E. e ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; GRACIANO, P. A. Paraná: Evolução e cultivo das variedades de cana-de-açúcar. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, PIRACICABA – SP, 1999.

DAROS, E. e ZAMBON, J. L. C. Avaliação de Genótipos de Cana-de-açúcar em Dois Cortes – Séries RB84 e RB85. Curitiba, UFPR, 147p. **Relatório Técnico nº 2**. 1998.

DI MAURO, A. O.; CURCIOLI, V. B.; DE NÓBREGA, J. C. M.; BANZATO, D. A.; SEDIYAMA T. Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v 35, n. 4. p. 687 – 696. Brasília, 2000.

EBERHART, S. A.; e RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**., Madison, v.6, p. 36 – 40. 1966.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro; RJ), Sistema brasileiro de classificação de solos – Brasília : Embrapa Produção de informações; EMBRAPA Solos, 1999. xxvi, 412p. : il.

FARIAS, F. J. C.; RAMALHO, M. A. P.; de CARVALHO, L. P.; MOREIRA, J. de A. N.; da COSTA, J. N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v 32, n. 4. p. 407 – 414. Brasília, 1997.

FERREIRA, P. V. **Melhoramento de plantas**. v.3: Estimação de parâmetros genéticos. Maceió – AL, Editora EDUFAL, p. 191 – 279. 2006.

FERREIRA, A.; BARBOSA, M. H. P.; CRUZ, C. D.; HOFFMANN, H. P.; VIEIRA, M. A. S.; BASSINELLO, A. I.; SILVA, M. F. da. Repetibilidade e número de colheitas para seleção de clones de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.8. 2005.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. ed. 3. Maceió – AL. Editora da Universidade Federal de Alagoas, 422p. 2000.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14. p.742 – 754. 1963.

FREEMAN, G. H. Statistical methods for the analysis of genotype-environment interactions. **Heredity**. London, v. 31, p.339 – 354. 1973.

FUKUDA, W. M. G.; BUENO, A. Análise de Estabilidade em Cultivares de Mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas – BA. v. 4(1). p.. 15 – 26. 1985.

GHELLER, A. C. A. Variedades de Cana-de-açúcar Cultivadas no Estado de São Paulo em 1995 – Censo Varietal. In: 6º CONGRESSO NACIONAL DA STAB. Maceió – AL. **Anais**. p. 173 – 180. Nov./1996.

GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba, Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 384p. 1963.

HARDWICH, R. C.; WOOD, J. T. Regression methods for studying genotype environment interactions. **Heredity**, Edinburg, v. 28, n. 4. p. 209 – 222, 1972.

HERNANDES, C. M.; CROSSA, J.; CASTILLO, A. The area under the function: na index for selection desirable genotypes. **Theor. Appl. Genet.**, Berlin, v. 87, n. 4. p. 409 – 415, 1993.



HILL, J. Genotype-environment interaction – A challenge for plant breeding. **J. of Agriculture Science**, Cambridge, v. 85, n. 3. p. 477 – 493, 1976.

HUENH, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 2: Applications. **Euphytica**, v. 47. p. 195 – 201. 1990.

IAA/PLANALSUCAR. Relatório Anual 1982, Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-açúcar. **Instituto de açúcar e do Alcool**. Rio de Janeiro. 160p. 1983.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. Acessado em 16/08/2007 ÀS 17 h <www.iapar.br>. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acessado em 10/10/2007 às 16:00 h <www.ibge.gov.br>. 2007.

LANDELL, M. G. A.; ALVAREZ, R.; ZIMBACK, L.; CAMPANA, M. P.; SILA, M. A.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; PERECIN, D.; GALLO, P. B.; MARTINS, A. L. M.; KANTHACK, A.; FIGUEIREDO, P.; VASCONCELOS, C. M. Avaliação final de clones IAC de cana-de-açúcar da série 1982, em Latossolo Roxo da Região de Ribeirão Preto. **Bragantia**, v. 58. n. 2. p. 1 – 13. 1999.

LANZA, M. A.; e DI MAURO, A. O. Adaptabilidade e Estabilidade do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) no estado de Minas Gerais – Análise Múltipla. In: V Congresso Brasileiro de Algodão. Salvador – BA. **Anais...** V Congresso Brasileiro de Algodão. 7pg. 2005.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**. Ottaqa, v. 68, n. 3. p. 193 – 198. 1988.

LIN, C. S.; BINNS, M. R.; LEFKOVITCH, L. P. Stability analysis. Where do we stand? **Crop Science**, v. 26, p. 894 – 899. 1986.

MARIOTTI, J. A.; J. M. OSA; A. N. R. BULACIO e E. S. OYARZABAL. **Análisis conjuntas alternativas de ensayos de variedades de caña de azúcar**. 25p. (Miscelanea nº 65) 1977.

MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. **Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de**

**azucar.** I. Interacciones dentro de uma localidad experimental. **Ver. Agron. N. O. Argent.**, Argentina, v. 13, n. 1 – 4, p. 405 – 412, 1976.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento de cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa : Editora da UFV, v.1, p.205 – 251. 2005.

MATSUOKA, S. **Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar**: In: CURSO DE QUALIFICAÇÃO EM PLANTAS INDUSTRIAIS – Cana-de-açúcar. Maringá: UFPR/SENAR, 34p. (Apostila). 1996.

MATSUOKA, S. O programa de variedades de cana-de-açúcar do Planalsucar, **Brasil Açucareiro**, nº 106(1) p. 3 – 10. 1988.

MATSUOKA, S.; BASSINELLO, A. I.; HOFFMANN, H. P.; VIEIRA, M. A. S.; PIMENTA, T. G.; ARIZONO, H.; BARCELOS, J. E. T. Utilização de soca na primeira fase de seleção de cana-de-açúcar. **Anais Congresso Nacional STAB** v. 2. seção 2. p. 246 – 252. 1981.

MELO de, L. J. O. T., OLIVEIRA de, F. J., BASTOS, G. Q., ANUNCIAÇÃO FILHO da, C. J., REIS dos, O. V. Interação genótipos x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da zona da mata norte de Pernambuco. **Bragantia**. Campinas, v. 65, n. 2, p. 197 – 205. 2006.

MELO, L. J. O. T. Avaliação do desempenho agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar no Litoral da Mata Sul de Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. UFRPE. Recife. 2005.

MINEROPAR – Minerais do Paraná SA. Acessado em 05/11/2007 às 14:17 h em < [www.mineropar.pr.gov.br](http://www.mineropar.pr.gov.br) >. Paraná. 2007.

MORAIS, O. P. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 70f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1980.

OLIVEIRA, R. A. de; ZENI NETO, H.; TRENTA FILHO, A. J.; LOPES, V. R.; RESENDE, M. D. V.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H. Seleção de clones de cana-de-açúcar na fase T3, série RB97, em três ambientes no estado do Paraná. In: VIII Encontro Paranaense de

Genética. Maringá. **Livro de resumos do VIII Encontro Paranaense de Genética**. v. 1. p. 96 – 97. 2006.

PAIVA, J. R.; RESENDE, M. D. V.; CORDEIRO, E. R. Índice multiefeitos e estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** : Brasília, v.37, n.6, p.799 – 807, 2002.

PARANHOS, S. B. coord. **Cana-de-açúcar. Cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargill,. v. 1. 431p. 1987.

PERKINS, J. M.; JINKS, J. L. **Environmental and genotype environmental components of variability**. Heredity. London. v. 29, p. 51 – 70. 1968.

POLLOCK, J. S. Variety x environmental interections. In: XLV Conference of the Queensland Society of Sugar Cane Technologists, Lowsville. **Proceedings**. Pg 273 – 277. 1978.

PORCEDDU, E. La componente abientale e línterazione genotipo x ambiente nel lavoro de selezione. **Genet. Agric.**, v. 24. p. 129 – 144, 1970.

PRADO, H. do. **Solos do Brasil**. ed.4. Piracicaba – SP. 281p. : il. 2005.

PRADO, M. G. D. **Estudo visando seleção precoce para perfilhamento em “seedling” de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Jaboticabal – UNESP. Dissertação de Mestrado. 67p. 1963

RAIZER, A. J.; e VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades e cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 34. n. 12. p. 2241 – 2246. 1999.

REA, R. e VIEIRA, O. S. de. Genotype x environment interactions in sugarcane yield trials in the central – western region of Venezuela. **Interciencia**. v. 27. n. 11. Caracas, Venezuela. p. 620 – 624. 2002.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Embrapa Informação Tecnológica : Brasília, 2002. 975p.

RIDESA. Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucro-Alcooleiro. Documento de circulação interna. **Censo 2005**. Não publicado. UFPR. 2005.

SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 1., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1985. p. 49 – 50. 1985.

SILVA, M. A.; LANDELL, M. G. A.; GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M. Yield components in sugarcane families at four locations in the state of São Paulo, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, n.1. p. 97 – 106. 2002.

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná. Acessado em 22/08/2007 às 18 h em <www.simepar.br>. Paraná. 2007.

SKINNER, J. C. **Selection in sugarcane: a review**. In: XIV Congress of the Internacional Society of Sugarcane Technologists, New Orleans. p. 149 – 162. 1971.

SOUZA, A de. A.; FREIRE, E. C.; BRUNO, R. de L. A.; de CARVALHO, L. P.; PEREIRA, W. E. Estabilidade e Adaptabilidade do algodoeiro herbáceo produzido no cerrado do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul. In: V Congresso Brasileiro de Algodão. Salvador – BA. **Anais...** V Congresso Brasileiro de Algodão. 6p. 2005.

SPRAGUE, G. F. e FEDERER, T. W. A comparison of variance components in corn yield trials. Cap. 2. Error, year x variety, location x variety, and variety components. **Agro. J.**, Madinson, v. 43. p. 535 – 541. 1951.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. trad. SANTARÉM, E. R. *et al.*, **Fisiologia vegetal**. 3.ed., Porto Alegre : Editora Artmed,. 719p. 2004.

TRENTA FILHO, A. J.; OLIVEIRA, R. A. de; ZENI NETO, H.; LOPES, V. R.; RESENDE, M. D. V.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H. Avaliação de clones precoces de cana-de-açúcar em fase T2, série RB00 no município de Paranaíba, estado do Paraná. In: VIII Encontro Paranaense de Genética. Maringá. **Livro de resumos do VIII Encontro Paranaense de Genética**. v. 1. p. 89 – 89. 2006.

ULIVARRI, R. e KENNING, W. Variedades de caña de azucar ensayadas em Tucumán (Republica Argentina) **Idia**, v. 229 p. 26-46. 1967.

VENCOVSKY, R.; GERALDI, J. O. **Um modelo multiplicativo aplicado à análise de produção de grãos**. Relatório Científico do Departamento de Genética e Instituto de Genética. v. 11. p.157 – 165. 1977.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 496p. 1992.

VERMA, M. M.; CHACAL, G. S.; MURTY, B. R. **Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification**. Theor. Appl. Genet., Berlin, v. 53, n. 2. p. 89 – 91. 1978.

WRICKE, O. **Über eine methode zur erfassung der ökologischen streubreite in feldversuchen**. Z. Pflanzenzucht, Berlin, v. 47, n. 1. p. 92 – 96. 1962.

YATES, F. e COCHRAN, W. G. The analysis of group experiments. **J. Agric. Sci.**, London, v. 28, n. 4. p. 556 – 580. 1938.

ZAMBON, J. L. C. **Validação do método de seleção de genótipos de cana-de-açúcar para o estado do Paraná**. Tese de doutorado. UFPR. Curitiba. 2000.

ZENI NETO, H.; OLIVEIRA, R. A. de; TRENTA FILHO, A. J.; LOPES, V. R.; RESENDE, M. D. V.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; WEBER, H. Seleção de clones precoces de cana-de-açúcar na fase T3, série RB98 e RB99 no município de Paranavaí, estado do Paraná. In: VIII Encontro Paranaense de Genética. Maringá. **Livro de Resumos do VIII Encontro Paranaense de Genética**. v. 1. p. 94 – 94. 2006.

ZENI NETO, H.; BESPALHOK FILHO, J. C.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; OLIVEIRA, R. A. de. Adaptabilidade e estabilidade em diferentes clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) no estado do Paraná. In: 13º EVINCI. Curitiba. **Anais do 13º EVINCI**. Curitiba: Editora Universitária da UFPR. v. 1. p. 53 – 53. 2005.

ZIMMERMANN, M. J. de O.; RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro, Goiânia: Editora da UFG, 271p. 1993.

## **ANEXOS**

## ANEXOS

ANEXO 1 – ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ANÁLISE CONJUNTA DE EXPERIMENTOS COM AS RESPECTIVAS ESPERANÇAS DE QUADRADOS MÉDIOS E(QM) E TESTE F, CONSIDERANDO EFEITO DO AMBIENTE ALEATÓRIO E GENÓTIPOS FIXOS. SÉRIE RB95. TPH. PARANÁ. 2007.

FV	GL	Q	E(QM)	F	F <sup>1</sup> <sub>calculado</sub>
Ambiente (a)	a – 1	Q <sub>1</sub>	$\sigma_e^2 + gr \sigma_a^2$	Q <sub>1</sub> / Q <sub>4</sub>	125,36 **
Genótipos (g)	g – 1	Q <sub>2</sub>	$\sigma_e^2 + r \ell \sigma_{ag}^2 + ar \phi_g$	Q <sub>2</sub> / Q <sub>4</sub>	10,64 **
Interação G x A (ga)	(a – 1)(g – 1)	Q <sub>3</sub>	$\sigma_e^2 + r \ell \sigma_{ag}^2$	Q <sub>3</sub> / Q <sub>4</sub>	3,40 **
Resíduo (e)	(ga – 1)(r – 1)	Q <sub>4</sub>	$\sigma_e^2$		
Total	agr – 1				

$$\ell = g / (g - 1)$$

<sup>1</sup> F calculado com os dados de 33 ambientes, 20 genótipos.

\*\*, significativos para o teste ao nível de 1%.

ANEXO 2 – ESQUEMA DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A ANÁLISE CONJUNTA DE EXPERIMENTOS COM AS RESPECTIVAS ESPERANÇAS DE QUADRADOS MÉDIOS E(QM) E TESTE F, CONSIDERANDO EFEITO DO AMBIENTE ALEATÓRIO E GENÓTIPOS FIXOS. SÉRIE RB96. TPH. PARANÁ. 2007.

FV	GL	Q	E(QM)	F	F <sup>1</sup> <sub>calculado</sub>
Ambiente (a)	a – 1	Q <sub>1</sub>	$\sigma_e^2 + gr \sigma_a^2$	Q <sub>1</sub> / Q <sub>4</sub>	79,79 **
Genótipos (g)	g – 1	Q <sub>2</sub>	$\sigma_e^2 + r \ell \sigma_{ag}^2 + ar \phi_g$	Q <sub>2</sub> / Q <sub>4</sub>	6,34 **
Interação G x A (ga)	(a – 1)(g – 1)	Q <sub>3</sub>	$\sigma_e^2 + r \ell \sigma_{ag}^2$	Q <sub>3</sub> / Q <sub>4</sub>	2,44 **
Resíduo (e)	(ga – 1)(r – 1)	Q <sub>4</sub>	$\sigma_e^2$		
Total	agr – 1				

$$\ell = g / (g - 1)$$

<sup>1</sup> F calculado com os dados de 22 ambientes, 14 genótipos.

\*\*, significativos para o teste ao nível de 1%.

ANEXO 3 – ESQUEMA DA ANÁLISE INDIVIDUAL PARA CADA CARÁTER, PARA OBTENÇÃO DOS QUADRADOS MÉDIOS (QM) DOS COMPONENTES DE COVARIÂNCIA. TPH. PARANÁ. 2007.

FV	GL	QMX	QMY	QM(X+Y)	E(QM)
Bloco	r – 1				
Genótipos (g)	g – 1	QMG <sub>X</sub>	QMG <sub>Y</sub>	QMG <sub>X+Y</sub>	$\sigma^2 + r \sigma_g^2$
Resíduo	(r – 1)(g – 1)	QMR <sub>X</sub>	QMR <sub>Y</sub>	QMR <sub>X+Y</sub>	$\sigma^2$

ANEXO 4 – ESQUEMA DA ANÁLISE, INCLUINDO OS PRODUTOS MÉDIOS E RESPECTIVAS ESPERANÇAS MATEMÁTICAS. TPH. PARANÁ. 2007.

FV	GL	PM	E(PM)
Bloco	$r - 1$		
Genótipos (g)	$g - 1$	$PMG_{XY} = \frac{(QMG_{x+y} - QMG_x - QMG_y)}{2}$	$\sigma_{xy}^2 + r\sigma_{gxy}^2$
Resíduo	$(r - 1)(g - 1)$	$PMR_{XY} = \frac{(QMR_{x+y} - QMR_x - QMR_y)}{2}$	$\sigma_{xy}^2$

ANEXO 5 – ESQUEMA DA ANÁLISE CONSIDERANDO AS MATRIZES DE CORRELAÇÃO (R) ENTRE AS VARIÁVEIS TCH, TPH E POL PARA A ANÁLISE E SUA INVERSA (R<sup>-1</sup>). PARANÁ. 2007.

$$R = \begin{pmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ & 1 & \dots & r_{2n} \\ & & \dots & \dots \\ & & & 1 \end{pmatrix} \text{ e } R^{-1} = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ & & \dots & \dots \\ & & & c_{nn} \end{pmatrix}$$

ANEXO 6 – ESQUEMA DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DA REGRESSÃO, INTERCEPTO ( $\hat{\beta}_0$  E  $\hat{V}(\hat{\beta}_0)$ ), COEFICIENTE ANGULAR ( $\hat{\beta}_1$  E  $\hat{V}(\hat{\beta}_1)$ ), COVARIÂNCIA ENTRE OS COEFICIENTES  $\hat{\beta}_0$  E  $\hat{\beta}_1$ ; E O COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO R<sup>2</sup>. PARANÁ. 2007.

FV	GL	SQ	QM	F
<b>Regressão</b>	1	$\hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})$	QR	QR/QD
<b>Desvio</b>	$n - 2$	SQTotal - SQRegressão	QD	
<b>Total</b>	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n Y_i\right)^2}{n}$		

$$R^2 = \frac{100(SQReg)}{SQTot}$$



ANEXO 7 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB95 EM CICLO DE CANA – PLANTA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007.

	$\bar{X}$ (TPH)	CVe (%)	CVg (%)	$h^2$ (%)	$\sigma_g^2$ (média)	$\sigma_a^2$ (média)
São Tomé	15,12	10,99	18,26	89,23	7,62	0,92
Rondon	12,50	16,30	11,84	61,26	2,19	1,38
Jandaia do Sul	11,15	14,60	20,60	85,66	5,28	0,88
Nova Londrina	16,01	13,60	20,89	87,63	11,18	1,58
Ibaiti	11,97	16,09	19,90	82,12	5,68	1,24
Bandeirantes	21,31	13,16	18,02	84,91	14,75	2,62
Jussara	14,22	10,33	17,38	89,47	6,11	0,72
Mandaguaçu	20,07	10,94	0,00	0,00	0,00	1,61
Cidade Gaúcha	21,17	14,16	16,49	80,26	12,18	3,00
Paranavaí	14,28	11,58	31,26	95,62	19,92	0,91
São Pedro do Ivaí	15,99	16,05	12,61	64,92	4,06	2,20

ANEXO 8 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB95 EM CICLO DE CANA – SOCA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007.

	$\bar{X}$ (TPH)	CVe (%)	CVg (%)	$h^2$ (%)	$\sigma_g^2$ (média)	$\sigma_a^2$ (média)
São Tomé	13,72	16,77	9,35	48,25	1,64	1,76
Rondon	10,62	17,81	10,22	49,67	1,18	1,19
Jandaia do Sul	14,39	13,99	11,80	68,11	2,89	1,35
Nova Londrina	15,48	19,94	26,26	83,88	16,52	3,17
Ibaiti	12,68	20,85	20,87	75,03	7,00	2,33
Bandeirantes	16,63	12,09	24,07	92,24	16,02	1,35
Jussara	11,61	14,60	15,60	77,40	3,28	0,96
Mandaguaçu	14,88	11,69	0,00	0,00	0,00	1,01
Cidade Gaúcha	21,17	14,16	16,49	80,26	12,18	3,00
Paranavaí	19,77	12,42	7,79	54,13	2,37	2,01
São Pedro do Ivaí	12,53	12,51	19,17	87,58	5,77	0,82

ANEXO 9 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB95 EM CICLO DE CANA – RESSOCA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (Cve); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007.

	$\bar{X}$ (TPH)	CVe (%)	CVg (%)	$h^2$ (%)	$\sigma_g^2$ (média)	$\sigma_a^2$ (média)
São Tomé	13,09	11,30	12,80	79,37	2,81	0,73
Rondon	7,27	22,01	14,98	58,13	1,19	0,85
Jandaia do Sul	13,41	11,24	17,49	87,90	5,50	0,76
Nova Londrina	11,74	15,56	18,68	81,21	4,80	1,11
Ibaiti	11,04	14,73	18,34	82,31	4,10	0,88
Bandeirantes	12,92	13,48	11,88	69,96	2,36	1,01
Jussara	10,50	14,49	15,85	78,22	2,77	0,77
Mandaguaçu	12,71	7,94	7,13	70,74	0,82	0,34
Cidade Gaúcha	10,75	14,15	16,79	80,85	3,25	0,77
Paranavaí	13,78	27,19	0,00	0,00	0,00	4,68
São Pedro do Ivaí	12,95	10,99	14,39	83,72	3,47	0,67

ANEXO 10 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB96 EM CICLO DE CANA – PLANTA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (Cve); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007.

	$\bar{X}$ (TPH)	CVe (%)	CVg (%)	$h^2$ (%)	$\sigma_g^2$ (média)	$\sigma_a^2$ (média)
São Tomé	13,03	18,68	12,37	56,81	2,60	1,98
Rondon	16,03	15,45	12,67	66,85	4,12	2,05
Jandaia do Sul	14,38	14,76	12,63	68,69	3,30	1,50
Nova Londrina	16,89	10,84	27,15	94,96	21,00	1,12
Ibaiti	15,30	15,37	10,71	59,33	2,69	1,84
Bandeirantes	19,63	13,20	10,28	64,53	4,07	2,24
Jussara	17,76	10,94	12,40	79,39	4,85	1,26
Mandaguaçu	14,42	17,24	4,43	16,51	0,41	2,06
Cidade Gaúcha	12,86	11,18	4,80	35,62	0,38	0,69
Paranavaí	19,89	12,84	3,25	16,12	0,42	2,17
São Pedro do Ivaí	22,14	15,41	10,13	56,47	5,03	3,88

ANEXO 11 – PARÂMETROS GENÉTICOS PARA A SÉRIE RB96 EM CICLO DE CANA – SOCA, COEFICIENTE DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO (CVe); COEFICIENTE DE VARIAÇÃO GENÉTICO (CVg); HERDABILIDADE MÉDIA ( $h^2$ ); VARIÂNCIA GENOTÍPICA ( $\sigma_g^2$ ); VARIÂNCIA AMBIENTAL ( $\sigma_a^2$ ). TPH. PARANÁ. 2007.

	$\bar{X}$ (TPH)	CVe (%)	CVg (%)	$h^2$ (%)	$\sigma_g^2$ (média)	$\sigma_a^2$ (média)
São Tomé	12,57	11,11	19,80	90,51	6,20	0,65
Rondon	10,71	10,79	14,47	84,36	2,40	0,45
Jandaia do Sul	14,56	11,13	7,29	56,30	1,13	0,88
Nova Londrina	16,54	12,58	19,03	87,28	9,91	1,44
Ibaiti	9,34	11,65	11,07	73,02	1,07	0,39
Bandeirantes	13,61	15,78	9,32	51,12	1,61	1,54
Jussara	12,85	10,20	16,62	88,85	4,56	0,57
Mandaguaçu	14,21	8,56	6,72	64,87	0,91	0,49
Cidade Gaúcha	15,62	13,41	8,63	55,42	1,82	1,46
Paranavaí	14,56	27,93	0,00	0,00	0,00	5,51
São Pedro do Ivaí	19,85	14,75	6,91	39,73	1,88	2,86

ANEXO 12 – QUADRADOS MÉDIOS DOS GENÓTIPOS (QMG) E DO ERRO (QMR) DAS RESPECTIVAS ANÁLISES DE VARIÂNCIAS INDIVIDUAIS; E VALORES DE F<sup>1</sup> E P<sup>1</sup> ORIUNDOS DA ANÁLISE CONJUNTA DE 33 AMBIENTES DA SÉRIE RB95. TPH. PARANÁ. 2007.

<b>Ambiente</b>	<b>Ciclo</b>	<b>QMG</b>	<b>QMR</b>	<b>F</b>	<b>P</b>	<b>F<sup>1</sup></b>	<b>P<sup>1</sup></b>
São Tomé	PLANTA	25,63 **	2,76	9,29	0,00	5,99	0,00
Rondon	PLANTA	10,72 *	4,15	2,58	0,0063	2,51	0,0003
Jandaia do Sul	PLANTA	18,48 **	2,65	6,97	0,00	4,32	0,00
Nova Londrina	PLANTA	38,28 **	4,74	8,08	0,00	8,95	0,00
Ibaiti	PLANTA	20,74 **	3,71	5,59	0,00	4,85	0,00
Bandeirantes	PLANTA	52,10 **	7,86	6,63	0,00	12,19	0,00
Jussara	PLANTA	20,48 **	2,16	9,49	0,00	4,79	0,00
Mandaguaçu	PLANTA	3,88	4,82	0,81	100	0,91	100
Cidade Gaúcha	PLANTA	45,52 **	8,99	5,06	0,00	10,65	0,00
Paranavaí	PLANTA	62,48 **	2,73	22,85	0,00	14,61	0,00
São Pedro do Ivaí	PLANTA	18,78 **	6,59	2,85	0,0029	4,39	0,00
São Tomé	SOCA	10,23	5,29	1,93	0,0414	2,39	0,0007
Rondon	SOCA	7,11	3,58	1,99	0,0353	1,66	0,0365
Jandaia do Sul	SOCA	12,71 **	4,05	3,14	0,0013	2,97	0,00
Nova Londrina	SOCA	59,10 **	9,52	6,21	0,0000	13,82	0,00
Ibaiti	SOCA	27,99 **	6,99	4,00	0,0001	6,55	0,00
Bandeirantes	SOCA	52,11 **	4,04	12,89	0,00	12,19	0,00
Jussara	SOCA	12,72 **	2,87	4,42	0,00	2,97	0,00
Mandaguaçu	SOCA	2,41	3,03	0,80	100	0,56	100
Cidade Gaúcha	SOCA	35,80 **	4,31	8,30	0,00	8,37	0,00
Paranavaí	SOCA	13,15 *	6,03	2,18	0,0202	3,08	0,00
São Pedro do Ivaí	SOCA	19,76 **	2,45	8,05	0,00	4,62	0,00
São Tomé	RESSOCA	10,61 **	2,19	4,85	0,00	2,48	0,0004
Rondon	RESSOCA	6,12 *	2,56	2,39	0,0110	1,43	0,1025
Jandaia do Sul	RESSOCA	18,77 **	2,27	8,26	0,00	4,39	0,00
Nova Londrina	RESSOCA	17,75 **	3,33	5,32	0,00	4,15	0,00
Ibaiti	RESSOCA	14,96 **	2,65	5,65	0,00	3,50	0,00
Bandeirantes	RESSOCA	10,10 **	3,04	3,33	0,0008	2,36	0,0008
Jussara	RESSOCA	10,63 **	2,32	4,59	0,00	2,49	0,0004
Mandaguaçu	RESSOCA	3,48 **	1,02	3,42	0,0006	0,81	100
Cidade Gaúcha	RESSOCA	12,08 **	2,31	5,22	0,00	2,82	0,00
Paranavaí	RESSOCA	12,08	14,04	0,86	100	2,83	0,00
São Pedro do Ivaí	RESSOCA	12,43 **	2,02	6,14	0,00	2,91	0,00
G.L.		19	38				

\*, \*\* resultados significativos para o teste *t* respectivamente aos níveis 5% e 1%.

<sup>1</sup> Teste utilizando o QMR da análise conjunta. (QMR<sub>conjunta</sub> = 4,79198); (G.L.R.<sub>conjunta</sub> = 1320).

ANEXO 13 – QUADRADOS MÉDIOS DOS GENÓTIPOS (QMG) E DO ERRO (QMR) DAS RESPECTIVAS ANÁLISES DE VARIÂNCIAS INDIVIDUAIS; E VALORES DE F<sup>1</sup> E P<sup>1</sup> ORIUNDOS DA ANÁLISE CONJUNTA DE 22 AMBIENTES DA SÉRIE RB96. TPH. PARANÁ. 2007.

Ambiente	Ciclo	QMG	QMR	F	P	F <sup>1</sup>	P <sup>1</sup>
São Tomé	PLANTA	13,73 *	5,93	2,32	0,0332	2,77	0,0008
Rondon	PLANTA	18,51 **	6,14	3,02	0,0080	3,74	0,0000
Jandaia do Sul	PLANTA	14,39 **	4,51	3,19	0,0057	2,91	0,0004
Nova Londrina	PLANTA	66,37 **	3,35	19,82	0,0000	13,40	0,0000
Ibaiti	PLANTA	13,58 *	5,52	2,46	0,0246	2,74	0,0009
Bandeirantes	PLANTA	18,93 *	6,72	2,82	0,0118	3,82	0,0000
Jussara	PLANTA	18,30 **	3,95	4,63	0,0004	3,70	0,0000
Mandaguaçu	PLANTA	7,41	6,18	1,20	0,3344	1,50	0,1139
Cidade Gaúcha	PLANTA	3,21	2,07	1,55	0,1642	0,65	100
Paranavaí	PLANTA	7,77	6,52	1,19	0,3378	1,57	0,0892
São Pedro do Ivaí	PLANTA	26,73 *	11,64	2,30	0,0344	5,40	0,0000
São Tomé	SOCA	20,54 **	1,95	10,52	0,0000	4,15	0,0000
Rondon	SOCA	8,49 **	1,36	6,23	0,0000	1,71	0,0544
Jandaia do Sul	SOCA	6,01 *	2,63	2,29	0,0351	1,21	0,2645
Nova Londrina	SOCA	34,05 **	4,33	7,86	0,0000	6,88	0,0000
Ibaiti	SOCA	4,33 **	1,17	3,70	0,0022	0,87	100
Bandeirantes	SOCA	9,44	4,61	2,05	0,0583	1,91	0,0268
Jussara	SOCA	15,40 **	1,72	8,96	0,0000	3,11	0,0002
Mandaguaçu	SOCA	4,21 *	1,48	2,85	0,0112	0,85	100
Cidade Gaúcha	SOCA	9,84 *	4,39	2,24	0,0385	1,99	0,0198
Paranavaí	SOCA	8,95	14,20	0,63	100	1,81	0,0387
São Pedro do Ivaí	SOCA	14,23	8,57	1,66	0,1318	2,87	0,0005
G.L.		13	26				

\*, \*\* resultados significativos para o teste *t* respectivamente aos níveis 5% e 1%.

<sup>1</sup> Teste utilizando o QMR da análise conjunta. (QMR<sub>conjunta</sub> = 5,15708); (G.L.R.<sub>conjunta</sub> = 616).

ANEXO 14 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PRODUTIVIDADES, EM TODAS AS SAFRAS, DOS 20 GENÓTIPOS, POR AMBIENTE. TPH.  
RB95. PARANÁ. 2007.

AMBIENTES	Rondon	Jandaia do Sul	Nova Londrina	Ibaiti	Bandeirantes	Jussara	Mandaguaçu	Cidade Gaúcha	Paranavaí	São Pedro do Ivaí
São Tomé	0,48	0,08	0,20	0,37	0,62	0,54	0,33	0,65	0,18	0,65
Rondon	1,00	-0,06	0,42	0,34	0,70	0,61	0,71	0,76	0,12	0,44
Jandaia do Sul		1,00	0,11	0,44	-0,17	0,07	-0,41	-0,15	0,32	-0,01
Nova Londrina			1,00	0,21	0,39	0,36	0,38	0,44	0,27	0,32
Ibaiti				1,00	0,33	0,41	0,13	0,25	0,30	0,31
Bandeirantes					1,00	0,56	0,67	0,76	0,21	0,64
Jussara						1,00	0,59	0,72	0,02	0,67
Mandaguaçu							1,00	0,72	-0,09	0,50
Cidade Gaúcha								1,00	0,12	0,56
Paranavaí									1,00	-0,04
São Pedro do Ivaí										1,00

ANEXO 15 – COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PRODUTIVIDADES, EM TODAS AS SAFRAS, DOS 14 GENÓTIPOS, POR AMBIENTE. TPH.  
RB96. PARANÁ. 2007.

AMBIENTES	Rondon	Jandaia do Sul	Nova Londrina	Ibaiti	Bandeirantes	Jussara	Mandaguaçu	Cidade Gaúcha	Paranavaí	São Pedro do Ivaí
São Tomé	0,37	0,13	0,24	0,26	0,17	0,23	0,23	0,24	0,32	0,37
Rondon	1,00	0,09	0,25	0,74	0,62	0,81	0,23	-0,33	0,78	0,62
Jandaia do Sul		1,00	0,11	0,01	0,12	0,13	0,03	0,17	0,01	0,12
Nova Londrina			1,00	0,03	-0,05	0,19	0,23	0,25	0,08	0,09
Ibaiti				1,00	0,77	0,67	0,20	-0,50	0,79	0,47
Bandeirantes					1,00	0,53	-0,08	-0,65	0,61	0,42
Jussara						1,00	0,28	-0,28	0,68	0,61
Mandaguaçu							1,00	0,24	0,32	0,15
Cidade Gaúcha								1,00	-0,43	-0,17
Paranavaí									1,00	0,44
São Pedro do Ivaí										1,00